



Étude et mise à l'étude des mathématiques en classes préparatoires économiques et commerciales : point de vue des étudiants, point de vue des professeurs

Lynn Farah

► To cite this version:

Lynn Farah. Étude et mise à l'étude des mathématiques en classes préparatoires économiques et commerciales : point de vue des étudiants, point de vue des professeurs. Education. UNIVERSITÉ PARIS.DIDEROT (PARIS 7) SORBONNE PARIS CITÉ, 2015. Français. NNT : . tel-01195875

HAL Id: tel-01195875

<https://theses.hal.science/tel-01195875>

Submitted on 8 Sep 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITÉ PARIS.DIDEROT (PARIS 7) SORBONNE PARIS CITÉ

ÉCOLE DOCTORALE

« Savoirs scientifiques : épistémologie, histoire des sciences,
didactique des disciplines » (ED 400)

Laboratoire de didactique André Revuz

DOCTORAT

Spécialité : Didactique des mathématiques

Lynn FARAH

**Étude et mise à l'étude des mathématiques en classes
préparatoires économiques et commerciales : point de vue des
étudiants, point de vue des professeurs**

Thèse dirigée par Madame Corine CASTELA
Soutenue le 1^{er} juillet 2015

JURY :

Corine CASTELA, Université de Rouen, directrice
Yves DUTERCQ, Université de Nantes, examinateur
Ghislaine GUEUDET, Université de Bretagne Occidentale, rapporteuse
Christophe HACHE, Université Paris Diderot, examinateur
Corinne HAHN, ESCP Europe, examinatrice
Nadia HARDY, Concordia University, examinatrice
Fernando HITT, Université du Québec à Montréal, rapporteur

À mes parents, Leila et Georges Farah

Remerciements

Au cours de ces cinq dernières années, j'ai vécu une aventure très riche et intense, avec des hauts et des bas, une aventure marquée par de belles rencontres, dans un nouveau pays, dévoilant ainsi le début d'une nouvelle vie. C'est avec grande émotion que je remercie tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à cette aventure.

Je tiens tout d'abord à remercier ma directrice Corine Castela, qui a « pris le risque » d'encadrer cette thèse, pour sa confiance, son soutien, sa disponibilité sans limite et ses précieux conseils.

Corine, ce fut un honneur et un plaisir de travailler, si vous me le permettez, avec « TOI ». Sans toi, je n'aurais jamais pu achever, voire commencer, ce travail. Tu as su me laisser suivre mes propres pistes en étant présente pour me guider, en me mettant la pression lorsqu'il le fallait et en me laissant souffler lorsque j'en avais besoin. Pour reprendre les termes de Darmon, tu as su me mettre au travail dans les bonnes conditions. Merci pour tes déplacements fréquents pour nos réunions de travail, tes lectures et relectures interminables, tes appels téléphoniques rassurants et tes nuits sans sommeil qui témoignent de ton soutien maternel. Enfin, merci à Bruno et à toi de m'avoir ouvert la porte de votre maison.

Je remercie Ghislaine Gueudet et Fernando Hitt pour avoir accepté d'être rapporteurs de cette thèse, pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail, pour leur lecture attentive de mon manuscrit et leurs remarques qui m'ont aidé à clarifier mes idées. Mes remerciements vont aussi à Christophe Hache, Nadia Hardy, Corinne Hahn et Yves Dutercq qui m'ont fait l'honneur de participer à mon jury de thèse.

Je remercie Michèle Artigue. Sans elle, cette aventure n'aurait jamais vu le jour. Nos discussions ont permis de redonner confiance à ma recherche dans des moments de doute.

Je remercie les professeurs, L.D., H.C., Z.H., F.M., F.J. et D.Y., pour avoir si chaleureusement ouvert les portes de leurs classes. Ils ont accepté de répondre inlassablement à mes questions, de me fournir toutes les informations et ressources nécessaires, et finalement de m'accorder du temps pour les entretiens. Leur collaboration a contribué grandement à ce travail de thèse. Je remercie aussi les collègues qui m'ont aidée à établir les premiers contacts avec ces professeurs.

Je n'oublie pas tous les étudiants qui ont complété les questionnaires et ceux qui se sont portés volontaires pour m'accorder un peu de leur temps, malgré le stress des concours blancs, afin de répondre à mes mails et participer aux entretiens.

Je remercie les membres du Laboratoire de Didactique André Revuz de l'Université Paris-Diderot que j'ai côtoyés durant ces cinq années pour leur accueil et leur disponibilité. En particulier, je remercie les membres du groupe Enseignement Supérieur pour leur écoute et leurs conseils avisés.

Merci à Evelyne, Martine, Nadine, Sandrine pour leur travail et leur gentillesse.

Merci à Laetitia pour son assistance à la préparation et gestion technique de la soutenance.

Merci à Jérôme, notre cher bibliothécaire, pour son aide dans mes recherches bibliographiques.

Merci à Christophe pour son écoute, ses conseils et encouragements. Merci de m'avoir donné l'opportunité de présenter mon travail à plusieurs reprises et de m'avoir posé les bonnes questions aux bons moments. Et surtout merci d'être venu au secours le jour de ma soutenance et d'avoir géré les démarches administratives qui ont suivi.

Merci aux jeunes et moins jeunes chercheurs du labo pour l'écoute, les échanges, le partage de ressources, l'encouragement et la solidarité. Merci à ceux qui m'ont aidé à répéter pour la soutenance ; leurs conseils judicieux de dernière minute m'ont été très utiles: Joris, Julie, Julia, Charlotte, Stéphane, Valentin, Nicolas et Zoé (ma jumelle de promotion, la maman-poule des jeunes chercheurs et la première à m'avoir accueillie au labo). Merci à tous ceux qui sont venus me soutenir le jour J : Dominique, Edith, Cécile, Anne-Marie... Et ceux qui n'ont pas pu être présents : Raquel, Carolina, Katalin, Robin... Enfin, un grand merci à Assia et à Soraya pour leur amitié, leur soutien continu et pour avoir merveilleusement géré le pot : vous êtes les prochaines !!

Merci aux jeunes chercheurs de l'ARDM, que je croisais moins souvent, pour les discussions animées et les moments inoubliables passés lors des Séminaires Nationaux, des WEJCH et de l'ÉE : Stéphane, Marianne, Hussein, Simon, Nicolas, Christian, Valérie... Merci aux colocs de Saint-Marcellin, de Faro, d'Antalya, et surtout du bungalow 31 pour les fameuses soirées - et matinées, de belles amitiés sont nées !

My thanks go to the young and expert researchers of ERME who allowed me to broaden my horizons beyond the French didactique.

Merci aux collègues de l'ESCP Europe, Roxane, Sabrina et Joëlle, pour leur soutien et leur amitié, et surtout merci à Corinne pour sa confiance, ses encouragements et les opportunités de travail qu'elle m'a apportées.

I would like to thank my mentor Dr. Murad Jurdak for being a true source of inspiration. Thank you for everything you taught me throughout the years, thank you for believing in me, thank you for your guidance and continuous support, and above all, thank you for passing on your contagious passion for teaching.

Merci à Jeanette d'avoir contribué à affermir ma passion pour les mathématiques et pour l'enseignement en étant un modèle à suivre. Merci pour ton soutien et ton amour maternels que tu m'as témoignés toutes ces années.

Merci à tous mes amis (que je ne nommerai pas par crainte d'en oublier un/une, mais ils se reconnaîtront), et à leurs parents, qui m'ont soutenue et encouragée tout au long de mon parcours. Merci à ceux qui ont cru en moi, mais à aussi ceux qui pensaient que je ne finirai jamais ! Merci à ceux qui m'ont écoutée râler pendant cinq ans, à ceux qui ont tout fait pour me remonter le moral et à ceux qui m'ont sortie de force de la maison quand il le fallait. Et un immense merci à ceux qui ont été présents à mes côtés le jour de ma soutenance.

Je remercie enfin ma famille. Merci à mes parents, pour leur amour inconditionnel, pour leur soutien moral et logistique, pour tous les sacrifices qu'ils ont fait ces 30 dernières années pour me mener jusqu'ici. Merci de m'avoir toujours incitée à explorer de nouveaux horizons, de m'avoir toujours épaulée, de n'avoir jamais douté de moi et d'avoir su m'accompagner dans les moments les plus difficiles. Merci à mon « petit » frère, qui n'est plus si « petit », pour son soutien, sa complicité et son affection. Merci d'avoir fait l'impossible pour assister à ma soutenance malgré les contraintes. Mes remerciements s'adressent aussi à ma grand-mère, que Dieu la garde en bonne santé, à mes tantes, oncles et cousins, petits et grands, à qui je dois beaucoup.

Pour terminer, je remercie Iyad de m'avoir soutenue tout au long de cette aventure. Merci d'avoir accepté mon manque de disponibilité et d'avoir supporté mes sauts d'humeur et mon anxiété, surtout les quelques derniers mois. Merci pour ton énergie, ton humour, tes idées et surtout ton amour. Sans ta présence à mes côtés (et ton absence - de la maison - lorsqu'il le fallait), sans toi, je n'aurais certainement pas tenu le coup.

Table des matières

Liste des figures, exemples et diagrammes	14
Liste des tableaux	17
INTRODUCTION.....	23
CHAPITRE I : LE CONTEXTE DE LA RECHERCHE	27
SECTION 1 : DESCRIPTIF DE L'INSTITUTION CPGE	27
1. Structure des CPGE	27
2. Organisation des enseignements en CPGE	30
3. Les concours d'entrée aux écoles	34
SECTION 2 : RECHERCHES AUTOUR DE L'INSTITUTION CPGE	35
1. Le livre de Darmon	35
2. La thèse de Rauscher	43
3. Le livre de Daverne et Dutercq	49
SECTION 3 : DESCRIPTIF GLOBAL DU PUBLIC DE L'ÉTUDE	56
1. Choix du public de l'étude.....	56
2. Contrat de recherche avec les professeurs	59
3. Les établissements	60
PREMIÈRE PARTIE : PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE	
CHAPITRE II : ÉTAT DE L'ART SUR LE TRAVAIL PERSONNEL ..	65
SECTION 1 : TRAVAUX PORTANT SUR L'ÉCOLE PRIMAIRE ET LE COLLÈGE	66
1. La thèse de F. Genestoux-Esmenjaud.....	66
2. Les travaux de S. Kapko et P. Rayou.....	67
3. Les travaux de C. Félix	69
4. Conclusion	72
SECTION 2 : TRAVAUX PORTANT SUR LE LYCÉE	73
1. Étude transversale au lycée : A. Barrère.....	73
2. Étude transversale au lycée : C. Michaut.....	76
3. La classe de Seconde : la thèse de K. Erdogan	78
4. La classe de Première Scientifique : les travaux de C. Castela	83
5. La classe de Terminale Scientifique : les thèses de C. Silvy et R. Mario.....	85
6. Conclusion	89
SECTION 3 : TRAVAUX RELATIFS À L'UNIVERSITÉ	91
1. Comparaison sociologie/médecine : les travaux de M. Millet.....	92
2. Enseignements scientifiques : les travaux de V. Monfort.....	95
3. Filières Droit, Histoire, Sciences et Psychologie : les travaux de R. Boyer et C. Coridian.....	99
4. Filière mathématique en France : travaux en didactique	101
5. Filière mathématique à l'étranger : travaux anglo-saxons.....	102

6. Approche transversale : une étude de P. Rayou.....	104
7. Conclusion	106
SECTION 4 : TRAVAUX RELATIFS AUX CPGE	108
1. Comparaison CPGE-Licence de mathématiques : une étude de C. Castela .	108
2. CPGE en Tunisie : la thèse de R. Najjar	110
3. Travail personnel en école d'ingénieurs : la thèse de N. Adangnikou.....	113
4. Conclusion	115
CHAPITRE III : CADRE CONCEPTUEL.....	117
SECTION 1 : LE RÔLE DE L'INSTITUTION	117
1. Institution	117
2. Sujet, assujettissement et tribu.....	119
3. Tribu des enseignants.....	121
4. Institution chez Darmon.....	122
SECTION 2 : LES CONNAISSANCES EN JEU DANS L'APPRENTISSAGE DES MATHÉMATIQUES	123
1. Étudier des œuvres, étudier des questions	123
2. Les visées de l'enseignement des mathématiques	124
3. La résolution de problèmes en mathématiques	125
4. Les connaissances utiles pour la résolution de problèmes.....	126
4.1 Le courant méta.....	126
4.2 Les savoirs pratiques chez Castela.....	127
SECTION 3 : LE TRAVAIL PERSONNEL EN MATHÉMATIQUES	129
1. Définition de l'étude en contexte scolaire	129
2. Les moments de l'étude	130
3. Topos et étude autonome	132
4. Délimitation du travail personnel.....	132
SECTION 4 : SYNTHÈSE	134
CHAPITRE IV : CADRE MÉTHODOLOGIQUE	137
SECTION 1 : RECUEIL DE DONNÉES – PREMIÈRE PHASE	137
1. La démarche de recherche	137
2. Première prise de contact	137
3. Questionnaire pour les étudiants.....	138
3.1 Conception	139
3.2 Versions	142
3.3 Contenu	146
3.4 Passation	152
4. Échanges par mail avec les étudiants.....	154
5. Entretiens avec les étudiants	155
6. Documents recueillis.....	156
SECTION 2 : REFORMULATION DE LA PROBLÉMATIQUE ET ADAPTATION DE LA MÉTHODOLOGIE	156
1. Obstacles méthodologiques	156
2. Reformulation de la problématique	158
3. Adaptation de la méthodologie	159

SECTION 3 : RECUEIL DE DONNÉES – DEUXIÈME PHASE	159
1. La démarche de recherche	159
2. Questionnaires pour les professeurs.....	160
3. Échanges par mail avec les colleurs.....	161
4. Entretiens avec les professeurs	161
5. Documents recueillis.....	162
SECTION 4 : DÉPOUILLEMENT ET TRAITEMENT DES DONNÉES	163
1. Le questionnaire	164
1.1 Dépouillement, codage et saisie.....	164
1.2 Traitement préliminaire : données de la première promotion.....	165
1.3 Traitement exhaustif : données des deux promotions.....	167
1.4 Présentation des résultats de l'analyse statistique.....	173
1.5 Limites de l'analyse statistique.....	173
2. Les données qualitatives	174
3. Structure de la présentation des résultats	175
4. Les documents recueillis.....	177

DEUXIÈME PARTIE : PRÉSENTATION DES RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

CHAPITRE V : DESCRIPTIF LOCAL DU PUBLIC DE L'ÉTUDE	181
SECTION 1 : PROFIL DES PROFESSEURS	181
1. Profil de L.D.	182
2. Profil de H.C.	183
3. Profil de F.M.	184
4. Profil de Z.H.	184
5. Rôle du professeur de CPGE	185
SECTION 2 : DESCRIPTIF DES CLASSES	186
1. L'ambiance des classes	186
1.1 Les classes de K.....	186
1.2 Les classes de B	189
1.3 Les classes de D.....	194
2. Les résultats des étudiants.....	197
2.1 Les résultats des étudiants en mathématiques.....	197
2.2 Auto-évaluation des résultats et du travail.....	203
2.3 Résultats des étudiants aux concours	206

RAPPELS MÉTHODOLOGIQUES.....211

CHAPITRE VI : LA COLLABORATION ENTRE LES ÉTUDIANTS	213
1. Le lieu de travail	213
2. La collaboration	217
3. Les discussions entre les étudiants entre deux cours	228
4. Synthèse	235

CHAPITRE VII : LES DIFFICULTÉS ET L'AIDE.....	239
1. Les problèmes en général.....	239
1.1 L'aptitude au travail.....	239
1.2 La gestion du temps.....	243
1.3 La gestion des interrogations.....	245
2. Les difficultés en classe.....	250
3. L'aide aux étudiants.....	256
4. Synthèse.....	265
CHAPITRE VIII : LA PRISE DE NOTES EN CLASSE	269
1. Descriptif du déroulement du cours.....	269
2. Le cours du professeur : Qu'est-ce que je note ?	275
3. Le cours du professeur : Qu'est-ce que j'ajoute ?.....	284
4. Synthèse.....	294
CHAPITRE IX : L'ORGANISATION DU TRAVAIL ET DES RÉVISIONS.....	297
1. Descriptif du travail demandé des étudiants.....	297
2. Le plan de travail.....	301
3. L'organisation des révisions.....	304
4. Synthèse.....	319
CHAPITRE X : LE TRAVAIL ENTRE DEUX COURS	323
1. Les dispositifs individualisés.....	323
2. Le cours.....	327
3. Les exercices.....	335
4. Synthèse.....	344
CHAPITRE XI : LES RESSOURCES	347
1. Les fiches.....	347
2. Les ressources (pour les révisions d'un devoir surveillé).....	356
3. Synthèse.....	370
CHAPITRE XII : LES RÉVISIONS AVANT UN DEVOIR SURVEILLÉ	373
1. Descriptif des devoirs surveillés par lycée.....	373
2. La façon de travailler.....	374
3. Le travail autour des exercices.....	393
3.1 Le plus important pour réussir en mathématiques lorsque je travaille les exercices.....	393
3.2 Les différentes catégories d'exercices travaillés pour les révisions d'un DS	401
3.3 Les modalités d'étude des exercices non basiques déjà corrigés en classe	421

4. Synthèse	427
CHAPITRE XIII : LES COLLES.....	431
1. Un descriptif des colles	431
2. Ce que disent les professeurs et colleurs.....	437
3. Ce que disent les étudiants.....	440
3.1 La préparation des colles	440
3.2 Les avantages et les inconvénients des colles.....	445
4. Synthèse	459
CHAPITRE XIV : RESCONSTITUTION DU COURS DU PROFESSEUR.....	461
SECTION 1 : MÉTHODOLOGIE	461
1. Recueil et sélection des documents.....	461
2. Méthode de reconstitution du cours.....	462
3. Manuels de référence	462
SECTION 2 : LE COURS DE L.D. À K	467
1. Le polycopié du professeur	467
2. Les notes des étudiants.....	467
3. Reconstitution du cours de L.D.	468
SECTION 3 : LE COURS DE Z.H. À D	489
1. Les ressources de cours du professeur	489
2. Les notes des étudiants.....	491
SECTION 4 : CONCLUSION	492
CONCLUSION	497
SECTION 1 : LES PRINCIPAUX RÉSULTATS DE LA RECHERCHE	497
1. Les dispositifs d'encadrement de l'étude.....	497
2. Les relations sociales	501
3. L'évolution du travail personnel.....	503
4. Les gestes d'étude des bons étudiants.....	506
SECTION 2 : LIMITES ET PERSPECTIVES	513
1. Limites de la thèse	513
2. Perspectives de recherche	514
BIBLIOGRAPHIE	517

Liste des figures, exemples et diagrammes

Figure 1 : Schéma simplifié de la structure de l'enseignement supérieur en France.....	28
Figure 2 : Schéma récapitulatif - le public de la recherche.....	60
Figure 3 : Les moments de l'étude - extrait de (Chevallard, 2002, p.12)	131
Figure 4 : Schéma récapitulatif – la passation du questionnaire.....	152
Figure 5 : Schéma récapitulatif - les étapes chronologiques de collecte de données	163
Figure 6 : Schéma récapitulatif - les outils méthodologiques de collecte de données....	164

Exemple 1 : Regroupement des modalités pour un item	166
Exemple 2 : Diagramme à 12 barres pour un item	167
Exemple 3 : Tableau de croisement pour un test de Mc Nemar	168
Exemple 4 : Résumé des résultats d'un test de Mc Nemar pour un item	169
Exemple 5 : Résumé des résultats d'un test du Khi-deux d'indépendance pour un item	170
Exemple 6 : Présentation des résultats d'un test du Khi-deux d'indépendance significatif pour l'ensemble pour un item	171
Exemple 7 : Présentation des résultats d'un test du Khi-deux d'indépendance significatif pour la voie T pour un item.....	171
Exemple 8 : Résumé des résultats d'un test du Khi-deux d'indépendance significatif pour l'ensemble pour le croisement de deux items	172

Diagramme en barres 1 : J'estime mes résultats.....	203
Diagramme en barres 2 : J'estime mon travail	203
Diagramme en barres 3 : J'ai l'habitude de travailler chez moi	213
Diagramme en barres 4 : J'ai l'habitude de travailler dans mon établissement.....	213
Diagramme en barres 5 : J'ai l'habitude de travailler chez des amis.....	213
Diagramme en barres 6 : L'entraide avec mes camarades de classe est aussi déterminante pour ma réussite que mon travail personnel	218
Diagramme en barres 7 : J'ai l'habitude de travailler en groupe/avec des amis/collègues	219
Diagramme en barres 8 : Je discute du cours avec d'autres élèves, ça m'aide à apprendre et à comprendre le cours	228
Diagramme en barres 9 : Je discute avec d'autres élèves des exercices qui sont à faire à la maison	229
Diagramme en barres 10 : Un de mes problèmes est que je n'arrive pas à me mettre au travail lorsqu'il le faut, surtout le soir et après les cours	240
Diagramme en barres 11 : Un de mes problèmes est que je lorsque j'étudie, je ne suis pas capable de me concentrer et de le rester jusqu'à ce que je termine	241
Diagramme en barres 12 : Un de mes problèmes est que j'éprouve des difficultés à organiser efficacement mon temps	243
Diagramme en barres 13 : Un de mes problèmes est que je reporte mon travail et puis je me retrouve débordé	244
Diagramme en barres 14 : Un de mes problèmes est que je trouve qu'il y a trop d'interrogations et je n'ai pas le temps de me préparer comme il faut.....	246

Diagramme en barres 15 : Le rythme des cours me semble trop rapide, je n'arrive pas à suivre.....	251
Diagramme en barres 16 : Il m'arrive d'être distrait : je pense à autre chose ou je parle avec mes voisins	253
Diagramme en barres 17 : Si je ne comprends pas, je pose une question au professeur	257
Diagramme en barres 18 : Je me fais aider (amis, parents, mon prof de classe, prof particulier).....	260
Diagramme en barres 19 : Je recopie tout ce que le professeur écrit au tableau	276
Diagramme en barres 20 : Je prends des notes à partir des commentaires que le professeur fait à l'oral.....	277
Diagramme en barres 21 : J'ajoute des commentaires personnels, des petits signes à moi (par exemple comme des abréviations, des points d'exclamation ou d'interrogation, ou un smiley).....	285
Diagramme en barres 22 : J'indique les points que je n'ai pas compris	288
Diagramme en barres 23 : À propos de l'organisation de mon travail	301
Diagramme en barres 24 : Je révise mon cours et je travaille	305
Diagramme en barres 25 : Pour les révisions d'un DS, je m'y mets	305
Diagramme en barres 26 : Je lis ce qu'on a fait en classe en entier	328
Diagramme en barres 27 : J'apprends le cours (définitions, théorèmes, formules, démonstrations).....	329
Diagramme en barres 28 : Je reviens sur les points que je n'ai pas bien compris en classe	330
Diagramme en barres 29 : Je cherche les exercices donnés pour la fois suivante par le professeur avant la correction prévue en classe.....	336
Diagramme en barres 30 : Je termine les exercices non finis en classe.....	338
Diagramme en barres 31 : Je fais des fiches	348
Diagramme en barres 32 : Dans ces fiches, j'insère des éléments qui viennent des exercices.....	349
Diagramme en barres 33 : Mes fiches sont plutôt.....	351
Diagramme en barres 34 : Le cours du professeur me semble complet et suffisant pour réussir	356
Diagramme en barres 35 : J'étudie les commentaires du professeur sur mes copies de Devoirs Maison ou Devoirs Surveillés précédents	358
Diagramme en barres 36 : J'ai recours à d'autres sources d'informations (manuels, ouvrages, livres, photocopiés, ressources internet...) que le cours du professeur....	359
Diagramme en barres 37 : Je travaille seulement les exercices sans revenir sur le cours	375
Diagramme en barres 38 : Je commence d'abord par étudier ce qui était le plus difficile dans le cours.....	376
Diagramme en barres 39 : Je vérifie que je connais les formules et leurs conditions d'application	377
Diagramme en barres 40 : Je vérifie que je connais par cœur les définitions et théorèmes	377
Diagramme en barres 41 : Je lis les démonstrations et j'essaie de bien les comprendre	382
Diagramme en barres 42 : J'essaie de refaire les démonstrations	382

Diagramme en barres 43 : J'essaie de dégager des idées (exemples, méthodes et astuces) à retenir	386
Diagramme en barres 44 : Le plus important pour réussir en mathématiques lorsque je travaille les exercices	394
Diagramme en barres 45 : Je travaille tous les exercices (si le programme de révision n'est pas trop lourd)	402
Diagramme en barres 46 : Je travaille les exercices qui ont plus de chances de tomber	403
Diagramme en barres 47 : Je travaille les exercices les plus simples	404
Diagramme en barres 48 : Je travaille les exercices longs	406
Diagramme en barres 49 : Je travaille les exercices que j'ai peu ou pas cherchés	408
Diagramme en barres 50 : Je travaille les exercices que j'ai cherchés et trouvés	409
Diagramme en barres 51 : Je travaille les exercices qui m'ont posé problème	410
Diagramme en barres 52 : Je travaille des exercices supplémentaires (livres, manuels, annales d'exercices corrigés, sites internet...)	412
Diagramme en barres 53 : En ce qui concerne les exercices non basiques déjà corrigés en classe	422
Diagramme en barres 54 : Je prépare les colles en groupe	440
Diagramme en barres 55 : Je refais les exercices corrigés en classe	442
Diagramme en barres 56 : Les colles sont utiles	445

Liste des tableaux

Tableau 1 : Programme de Mathématiques – voie Technologique (ECT)	32
Tableau 2 : Programme de Mathématiques – voie Scientifique (ECS)	34
Tableau 3 : Répartition des étudiants par classe et par promotion en début d'année	61
Tableau 4 : Répartition des étudiants par département	62
Tableau 5 : Répartition des étudiants par genre	62
Tableau 6 : Répartition des étudiants par catégorie socioprofessionnelle du père	63
Tableau 7 : Répartition des étudiants retenus pour l'étude par classe et par promotion	153
Tableau 8 : Notes de mathématiques des étudiants par lycée et par promotion à la fin de chaque année	197
Tableau 9 : Distribution des notes selon les trois catégories de niveau des étudiants par classe en fin d'année	200
Tableau 10 : Répartition des étudiants retenus pour l'étude par classe et selon le niveau en mathématiques en début et fin d'année	201
Tableau 11 : Constitution des classes selon le niveau des étudiants en fin d'année	202
Tableau 12 : Répartition des notes selon l'origine des étudiants en voie T en fin d'année	202
Tableau 13 : Admissibilités par école de commerce suite aux épreuves écrites	207
Tableau 14 : Amissions finales par école de commerce suite aux épreuves orales	208
Tableau 15 : Épreuves écrites notées organisées par chaque professeur	248
Tableau 16 : Croisement des items sur l'aide et les items sur les discussions entre deux cours selon le niveau des étudiants	261
Tableau 17 : Prise de notes à l'oral et composition des classes de voie S	281
Tableau 18 : Réponses des étudiants sélectionnés de voie S concernant ce qu'ils notent	283
Tableau 19 : Réponses des étudiants sélectionnés de voie S concernant ce qu'ils ajoutent	293
Tableau 20 : Le travail attendu des étudiants	298
Tableau 21 : Réponses des étudiants concernant la gestion des difficultés rencontrées lors de la résolution d'un exercice	341
Tableau 22 : Ce que je trouve positif dans le dispositif des colles (B)	447
Tableau 23 : Ce que je trouve négatif dans le dispositif des colles (B)	448
Tableau 24 : Ce que je trouve positif dans le dispositif des colles (K)	451
Tableau 25 : Ce que je trouve positif dans le dispositif des colles (D)	452
Tableau 26 : Ce que je trouve négatif dans le dispositif des colles (K)	453
Tableau 27 : Ce que je trouve négatif dans le dispositif des colles (D)	454
 Tableau de dépendance 1 : J'estime mes résultats ; J'estime mon travail	204
Tableau de dépendance 2 : Croisement des items J'estime mes résultats et J'estime mon travail	205
Tableau de dépendance 3 : Travail chez soi ; Travail chez des amis	214
Tableau de dépendance 4 : Travail chez soi	214
Tableau de dépendance 5 : Travail chez des amis	215
Tableau de dépendance 6 : Valorisation de l'entraide	219

Tableau de dépendance 7 : Croisement des items J'ai l'habitude de travailler chez des amis et J'ai l'habitude de travailler en groupe/avec des amis/collègues	221
Tableau de dépendance 8 : Croisement des items J'ai l'habitude de travailler en groupe/avec des amis/collègues et L'entraide avec mes camarades de classe est aussi déterminante pour ma réussite que mon travail personnel.....	221
Tableau de dépendance 9 : Discussions des exercices.....	229
Tableau de dépendance 10 : Discussions du cours (1)	230
Tableau de dépendance 11 : Discussions du cours (2)	231
Tableau de dépendance 12 : Croisement des items Je discute du cours avec d'autres élèves, ça m'aide à apprendre et à comprendre le cours et Je discute avec d'autres élèves des exercices qui sont à faire à la maison	231
Tableau de dépendance 13 : Croisement des items Je discute du cours avec d'autres élèves, ça m'aide à apprendre et à comprendre le cours et J'ai l'habitude de travailler en groupe/avec des amis/collègues	232
Tableau de dépendance 14 : Croisement des items Je discute avec d'autres élèves des exercices qui sont à faire à la maison et J'ai l'habitude de travailler en groupe/avec des amis/collègues	232
Tableau de dépendance 15 : Travail lorsqu'il le faut.....	240
Tableau de dépendance 16 : Croisement des items Un de mes problèmes est que je n'arrive pas à me mettre au travail lorsqu'il le faut, surtout le soir et après les cours et Un de mes problèmes est que je lorsque j'étudie, je ne suis pas capable de me concentrer et de le rester j	242
Tableau de dépendance 17 : Report de travail	244
Tableau de dépendance 18 : Croisement des items Un de mes problèmes est que j'éprouve des difficultés à organiser efficacement mon temps et Un de mes problèmes est que je reporte mon travail et puis je me retrouve débordé.....	245
Tableau de dépendance 19 : Trop d'interrogations (1)	246
Tableau de dépendance 20 : Trop d'interrogations (2)	247
Tableau de dépendance 21 : Rythme du cours rapide (1).....	251
Tableau de dépendance 22 : Rythme du cours rapide (2)	252
Tableau de dépendance 23 : Rythme du cours rapide (3)	252
Tableau de dépendance 24 : Rythme du cours rapide (4)	253
Tableau de dépendance 25 : Poser une question au professeur (1).....	257
Tableau de dépendance 26 : Poser une question au professeur (2).....	258
Tableau de dépendance 27 : Croisement des items Le rythme des cours me semble trop rapide, je n'arrive pas à suivre et Si je ne comprends pas, je pose une question au professeur	258
Tableau de dépendance 28 : Se faire aider par les autres	260
Tableau de dépendance 29 : Recopier du tableau	276
Tableau de dépendance 30 : Prendre notes à l'oral.....	278
Tableau de dépendance 31 : Croisement des items Je prends des notes à partir des commentaires que le professeur fait à l'oral et Le rythme des cours me semble trop rapide, je n'arrive pas à suivre	279
Tableau de dépendance 32 : Ajouter des commentaires personnels.....	285
Tableau de dépendance 33 : Croisement des items Je prends des notes à partir des commentaires que le professeur fait à l'oral et J'ajoute des commentaires personnels,	

des petits signes à moi (par exemple comme des abréviations, des points d'exclamation ou d'interrogation, ou un.....	286
Tableau de dépendance 34 : Croisement des items Le rythme des cours me semble trop rapide, je n'arrive pas à suivre et J'ajoute des commentaires personnels, des petits signes à moi (par exemple comme des abréviations, des points d'exclamation ou d'interrogation, ou un smiley).....	286
Tableau de dépendance 35 : Croisement des items Il m'arrive d'être distrait : je pense à autre chose ou je parle avec mes voisins et J'ajoute des commentaires personnels, des petits signes à moi (par exemple comme des abréviations, des points d'exclamation ou d'interrogation, ou un smiley).....	287
Tableau de dépendance 36 : Indiquer les points incompris	288
Tableau de dépendance 37 : Croisement des items Je prends des notes à partir des commentaires que le professeur fait à l'oral et J'indique les points que je n'ai pas compris.....	289
Tableau de dépendance 38 : Croisement des items Si je ne comprends pas, je pose une question au professeur et J'indique les points que je n'ai pas compris	289
Tableau de dépendance 39 : Organisation du travail à l'aide d'un plan détaillé (1)	301
Tableau de dépendance 40 : Organisation du travail à l'aide d'un plan détaillé (2)	302
Tableau de dépendance 41 : Organisation du travail à l'aide d'un plan détaillé (3)	303
Tableau de dépendance 42 : Révisions de cours et travail habituel.....	306
Tableau de dépendance 43 : Révisions d'un DS (1)	306
Tableau de dépendance 44 : Révisions d'un DS (2)	309
Tableau de dépendance 45 : Croisement des items Je révise mon cours et je travaille et Pour les révisions d'un DS je m'y mets.....	310
Tableau de dépendance 46 : Croisement des items Je révise mon cours et je travaille et Un de mes problèmes est que je reporte mon travail et puis je me retrouve débordé	311
Tableau de dépendance 47 : Croisement des items Pour les révisions d'un DS je m'y mets et Un de mes problèmes est que je reporte mon travail et puis je me retrouve débordé.....	312
Tableau de dépendance 48 : Croisement des items Je révise mon cours et je travaille et Un de mes problèmes est que je n'arrive pas à me mettre au travail lorsqu'il le faut, surtout le soir et après les cours	313
Tableau de dépendance 49 : Croisement des items Pour les révisions d'un DS je m'y mets et Un de mes problèmes est que je n'arrive pas à me mettre au travail lorsqu'il le faut, surtout le soir et après les cours	313
Tableau de dépendance 50 : Croisement des items Pour les révisions d'un DS je m'y mets et Un de mes problèmes est que je lorsque j'étudie, je ne suis pas capable de me concentrer et de le rester jusqu'à ce que je termine	314
Tableau de dépendance 51: Relire ce qui a été fait en classe	328
Tableau de dépendance 52 : Revenir sur les points mal compris	330
Tableau de dépendance 53 : Revenir sur les points mal compris	331
Tableau de dépendance 54 : Croisement des items Je reviens sur les points que je n'ai pas bien compris en classe et J'indique les points que je n'ai pas compris	331
Tableau de dépendance 55 : Chercher les exercices donnés pour la fois suivante (1) ..	336
Tableau de dépendance 56 : Chercher les exercices donnés pour la fois suivante (2) ..	337

Tableau de dépendance 57 : Chercher les exercices donnés pour la fois suivante (3) ..	337
Tableau de dépendance 58 : Chercher les exercices donnés pour la fois suivante (4) ..	337
Tableau de dépendance 59 : Terminer les exercices non finis en classe (1).....	338
Tableau de dépendance 60 : Terminer les exercices non finis en classe (2).....	339
Tableau de dépendance 61 : Croisement des items Je termine les exercices non finis en classe et Je cherche les exercices donnés pour la fois suivante par le professeur avant la correction prévue en classe	339
Tableau de dépendance 62 : Insérer dans les fiches des éléments qui viennent des exercices.....	349
Tableau de dépendance 63 : Croisement des items je fais des fiches et Dans ces fiches, j'insère des éléments qui viennent des exercices.....	350
Tableau de dépendance 64 : Mes fiches sont plutôt (1).....	351
Tableau de dépendance 65 : Mes fiches sont plutôt (2).....	352
Tableau de dépendance 66 : Trouver le cours du professeur complet et suffisant pour réussir (1)	357
Tableau de dépendance 67 : Trouver le cours du professeur complet et suffisant pour réussir (2)	357
Tableau de dépendance 68 : Trouver le cours du professeur complet et suffisant pour réussir (3)	358
Tableau de dépendance 69 : Étudier les commentaires du professeur sur les copies des devoirs précédents.....	359
Tableau de dépendance 70 : Avoir recours à d'autres sources d'informations que le cours du professeur (1)	360
Tableau de dépendance 71 : Avoir recours à d'autres sources d'informations que le cours du professeur (2)	360
Tableau de dépendance 72 : Croisement des trois items concernant les ressources selon le lycée en voie S	361
Tableau de dépendance 73 : Croisement des items Le cours du professeur me semble complet et suffisant pour réussir et J'étudie les commentaires du professeur sur mes copies de Devoirs Maison ou Devoirs Surveillés précédents	363
Tableau de dépendance 74 : Croisement des items Le cours du professeur me semble complet et suffisant pour réussir et J'ai recours à d'autres sources d'informations (manuels, ouvrages, livres, photocopiés, ressources internet...) que le cours du professeur	363
Tableau de dépendance 75 : Commencer d'abord par étudier ce qui était le plus difficile	376
Tableau de dépendance 76 : Connaître les formules et leurs conditions d'application .	378
Tableau de dépendance 77 : Connaître les formules et leurs conditions d'application ; Connaître par cœur les définitions et les théorèmes	379
Tableau de dépendance 78 : Croisement des items Je vérifie que je connais les formules et leurs conditions d'application et Je vérifie que je connais par cœur les définitions et théorèmes	379
Tableau de dépendance 79 : Croisement des items Je vérifie que je connais les formules et leurs conditions d'application et J'apprends le cours (définitions, théorèmes, formules, démonstrations).....	380

Tableau de dépendance 80 : Croisement des items Je vérifie que je connais par cœur les définitions et théorèmes et J'apprends le cours (définitions, théorèmes, formules, démonstrations).....	380
Tableau de dépendance 81 : Lire et essayer de bien comprendre les démonstrations ; Refaire les démonstrations (1)	383
Tableau de dépendance 82 : Refaire les démonstrations	383
Tableau de dépendance 83 : Lire et essayer de bien comprendre les démonstrations ; Refaire les démonstrations (2)	384
Tableau de dépendance 84 : Lire et essayer de bien comprendre les démonstrations ...	384
Tableau de dépendance 85 : Croisement des items Je lis les démonstrations et j'essaie de bien les comprendre et J'essaie de refaire les démonstrations.....	385
Tableau de dépendance 86 : Dégager des idées à retenir.....	386
Tableau de dépendance 87 : Le plus important pour réussir en mathématiques lorsque je travaille les exercices (1)	395
Tableau de dépendance 88 : Le plus important pour réussir en mathématiques lorsque je travaille les exercices (2)	395
Tableau de dépendance 89 : Le plus important pour réussir en mathématiques lorsque je travaille les exercices (3)	396
Tableau de dépendance 90 : Croisement des items Le plus important pour réussir en mathématiques lorsque je travaille les exercices et J'essaie de dégager des idées (exemples, méthodes et astuces) à retenir.....	397
Tableau de dépendance 91 : Je travaille tous les exercices	402
Tableau de dépendance 92 : Je travaille les exercices qui ont le plus de chance de tomber	403
Tableau de dépendance 93 : Je travaille les exercices les plus simples (1)	405
Tableau de dépendance 94 : Je travaille les exercices les plus simples (2)	405
Tableau de dépendance 95 : Je travaille les exercices les plus simples (3)	405
Tableau de dépendance 96 : Je travaille les exercices les plus simples (4)	405
Tableau de dépendance 97 : Je travaille les exercices longs (1).....	406
Tableau de dépendance 98 : Je travaille les exercices longs (2).....	407
Tableau de dépendance 99 : Je travaille les exercices longs (3).....	407
Tableau de dépendance 100 : Je travaille les exercices longs (3).....	407
Tableau de dépendance 101 : Je travaille les exercices que j'ai peu ou pas cherchés (1)	408
Tableau de dépendance 102 : Je travaille les exercices que j'ai peu ou pas cherchés (2)	409
Tableau de dépendance 103 : Je travaille les exercices que j'ai cherchés et trouvés	410
Tableau de dépendance 104 : Je travaille les exercices qui m'ont posé problème (1) ..	411
Tableau de dépendance 105 : Je travaille les exercices qui m'ont posé problème (2) ..	411
Tableau de dépendance 106 : Je travaille les exercices qui m'ont posé problème (3) ..	412
Tableau de dépendance 107 : Je travaille des exercices supplémentaires (1).....	413
Tableau de dépendance 108 : Je travaille des exercices supplémentaires (2).....	413
Tableau de dépendance 109 : Croisement des items Je travaille des exercices supplémentaires et Le plus important pour réussir en mathématiques lorsque je travaille les exercices	414

Tableau de dépendance 110 : Croisement des items Je travaille des exercices supplémentaires et J'ai recours à d'autres sources d'informations que le cours du professeur	415
Tableau de dépendance 111 : En ce qui concerne les exercices non basiques déjà corrigés en classe (1).....	423
Tableau de dépendance 112 : En ce qui concerne les exercices non basiques déjà corrigés en classe (2).....	423
Tableau de dépendance 113 : En ce qui concerne les exercices non basiques déjà corrigés en classe (3).....	424
Tableau de dépendance 114 : Croisement des items Je prépare les colles en groupe et J'ai l'habitude de travailler en groupe/ avec des amis/collègues.....	442
Tableau de dépendance 115 : Je refais les exercices corrigés en classe (1)	443
Tableau de dépendance 116 : Je refais les exercices corrigés en classe (2)	444

INTRODUCTION

L'échec, pouvant aller jusqu'à l'abandon, des étudiants au cours des premières années universitaires est un phénomène bien connu. C'est un vrai problème en France. Toutefois, on ne peut identifier sur cette dimension de l'échec étudiant les différentes institutions de l'enseignement supérieur français. En effet, il existe en France des filières parallèles sélectives (IUT, STS et CPGE¹) où les étudiants semblent en grande majorité réussir beaucoup mieux qu'à l'université. Pour avoir une idée des taux de réussite dans les principales formations post-bac, nous faisons référence aux données officielles renseignées par le ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche² :

« Le parcours des étudiants en premier cycle est ponctué de réorientations et de redoublements.

Seul un étudiant sur deux passe directement en deuxième année de Licence (un sur quatre redouble et un sur quatre se réoriente ou abandonne ses études supérieures), alors que parmi ceux qui parviennent en troisième année de Licence générale, près de sept étudiants sur dix obtiennent le diplôme en un an.

En DUT³, le passage en seconde année est élevé : il concerne sept étudiants sur dix. Le taux de réussite en seconde année l'est également : près de neuf étudiants sur dix ont obtenu leur diplôme à la session 2011.

En STS, le taux de passage en seconde année est de 85%. À la session 2011, le taux de réussite au BTS⁴ est de 72%. Ces taux varient selon les caractéristiques des étudiants et l'établissement dans lequel ils effectuent leurs études.

Parmi les inscrits de première année en 2010-2011, 71,7% sont inscrits en seconde année de CPGE en 2011-2012. La seconde année de CPGE n'est pas sanctionnée par un diplôme, il est donc assez difficile de déterminer la réussite des étudiants inscrits en classe préparatoire. On peut cependant, par le biais d'appariements entre les différentes sources d'informations sur les inscriptions des étudiants dans l'enseignement supérieur, connaître le parcours des inscrits en seconde année de CPGE un an plus tard. Ainsi, parmi les 31 700 inscrits en seconde année de CPGE en 2010-2011, on retrouve 87% des étudiants dans les fichiers d'inscriptions à un diplôme d'enseignement supérieur en 2011-2012. Parmi les entrants en seconde année de CPGE, un sur cinq est à nouveau inscrit en CPGE l'année suivante (redoublement). Pour les autres, deux tiers des élèves

¹ Institut Universitaire de Technologie, Sections de Techniciens supérieurs et Classes Préparatoires aux Grandes Écoles respectivement.

Nous proposons un bref descriptif de ces institutions et de leurs formations dans le premier chapitre (section 1) pour les lecteurs qui ne sont pas familiers avec le système des études supérieures en France.

² Source: <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid75181/reussite-et-echec-en-premier-cycle.html>

³ Diplôme Universitaire de Technologie préparé dans un IUT.

⁴ Brevet de Technicien Supérieur préparé au sein des STS.

de CPGE économique intègrent une école de commerce à l'issue de la seconde année de CPGE, la proportion correspondante est de 50,7% pour les élèves de CPGE scientifique en direction des écoles d'ingénieurs. L'université (IEP⁵ compris) est le débouché principal des CPGE littéraires, même si près de 10% d'entre eux obtiennent une école (ENS⁶ ou école de management) au bout de deux ans. Environ un élève de CPGE sur huit intègre après la seconde année une autre formation, parmi lesquelles figurent, entre autres, les écoles artistiques et culturelles et les écoles de journalisme. »

Ces chiffres permettent de mettre en évidence une différence majeure relativement à l'échec entre l'université d'une part et les autres filières d'autre part. Les causes de l'échec universitaire relèvent d'une accumulation de facteurs qui dépasse le diagnostic simpliste expliquant l'échec par le manque de travail. Les travaux qui se sont intéressés à ce thème reconnaissent plusieurs facteurs comme contribuant de manière importante à cet échec. Parmi les plus communs, nous en retenons deux : la rupture secondaire/supérieur au niveau des contenus et de l'activité d'étude requise, notamment pour les mathématiques, et le faible encadrement des étudiants dans les filières non sélectives. En effet, dans l'enseignement supérieur, il est attendu que les étudiants développent en dehors de la présence des enseignants et en plus des tâches qui leur sont prescrites un travail personnel autonome important. Or celui-ci ne se situe pas nécessairement dans le prolongement de celui qui assure une certaine réussite au lycée.

Les CPGE, sur lesquelles est centré le travail de la thèse, se distinguent du tout au tout de l'université sur les points considérés couramment comme causes d'échec. Non seulement elles sont fréquentées par des étudiants ayant eu au lycée une certaine réussite, mais de plus elles sont caractérisées par l'existence d'un encadrement important, plus proche des étudiants, plus constant, qu'il ne l'est à l'université. À ceci s'ajoute un fonctionnement par classe stable, d'effectif relativement modéré, au sein de laquelle le travail collectif est bien promu. Ces institutions, considérées tant du point de vue des contraintes qu'elles font peser sur les étudiants que du point de vue des ressources qu'elles leur apportent, constituent un terrain d'observation dont nous souhaitons étudier de près le fonctionnement dans le cas des mathématiques. Nous nous demandons en particulier comment ces institutions procèdent pour aider les étudiants à reconstruire un nouveau mode de travail. Nous espérons repérer ainsi des dispositifs qui pourraient être transposés à l'université.

Si de nombreuses études ont été réalisées en France dans les années quatre vingt dix sur le travail étudiant, notamment en sociologie et en sciences de l'éducation, rares sont

⁵ Institut d'Études Politiques

⁶ École Normale Supérieure

celles qui ont abordé ce thème en prenant en compte les spécificités disciplinaires. De même, le thème du travail personnel reste insuffisamment étudié dans le cadre de la didactique des mathématiques en France et dans le monde anglo-saxon de *mathematics education* malgré son importance. De plus, étant donné la grande diversité en termes de formations d'études supérieures en France, le nombre de recherches se rapportant à chaque situation reste limité, encore plus si on considère celles qui portent sur la réalité du travail personnel et de sa formation en CPGE en particulier, en prenant en compte la discipline (les mathématiques).

Dans le prolongement de la recherche réalisée par Castela (2004, 2009, 2011) comparant le travail personnel des étudiants de l'Université et de classes préparatoires de la filière Mathématiques-Physique, nous posons la question du travail étudiant dans des classes préparatoires aux écoles de commerce (filiale économique et commerciale). Dans ce contexte, nous avons cherché à tirer profit de l'existence de deux voies au sein de cette filière, différentes en termes de recrutement, d'enseignements et de résultats. La première voie, accueille des lycéens issus de baccalauréat STMG⁷ dit technologique, un public qui échoue massivement à l'université mais qui connaît une certaine réussite en classes préparatoires. Nous pensons particulièrement intéressant d'étudier leur évolution au fil de la scolarité en première année de classe préparatoire, en contrastant les observations réalisées avec celles des étudiants de la seconde voie destinée à des lycéens issus de baccalauréat Scientifique. Ainsi, notre travail contribue aux rares recherches concernant les classes préparatoires à travers deux nouveaux types de publics, une étude centrée sur les mathématiques et une méthodologie de recherche alliant aspects quantitatifs et méthodologies qualitatives permettant une approche des étudiants et des professeurs.

Nous nous intéressons aux liens entre l'organisation institutionnelle de l'étude en classes préparatoires et l'organisation personnelle afin de cerner en quoi ces institutions assurent concrètement l'étayage des étudiants. Il s'agit d'identifier en quoi le travail fait et le travail non fait contribuent aux lacunes et aux difficultés auxquelles font face les étudiants. L'ultime but serait de déterminer les différents facteurs et méthodes qui contribuent à faire évoluer les modes de travail personnel des étudiants.

Ainsi, nous orientons notre travail de thèse autour des deux axes suivants :

- l'évolution au cours de la première année de classe préparatoire du travail personnel des étudiants, en cherchant à repérer s'il existe des modalités du travail plus spécifique des étudiants en réussite ;
- le fonctionnement de l'institution en recherchant comment elle agit sur les façons de travailler des étudiants. Nous nous intéresserons aux dispositifs mais aussi aux relations sociales entre étudiants et entre étudiants et professeurs.

⁷ STMG : sciences et technologies du management et de la gestion

Notre premier chapitre permet de définir le contexte de notre recherche en la situant au sein de l'univers des CPGE. Nous présentons un descriptif des principaux éléments caractéristiques de l'institution CPGE et de son fonctionnement en nous appuyant sur des données officielles ainsi que sur les résultats de trois recherches très récentes de sociologie de l'éducation et nous introduisons le public de notre recherche. Ensuite, le travail s'organise autour de deux grandes parties divisées en plusieurs chapitres. La première partie sert à élaborer notre problématique de recherche, inspirée de recherches existantes sur le travail personnel que nous résumons à travers un chapitre d'état de l'art (chapitre II), et formalisée à travers notre cadre conceptuel (chapitre III) et les outils méthodologiques utilisés pour recueillir et analyser les données (chapitre IV). Nous verrons que notre problématique initiale évolue sous la pression des contraintes et opportunités du terrain de recherche, ce qui conduit à son tour à l'adaptation de notre méthodologie en fonction du nouveau questionnement. La deuxième partie de la thèse est consacrée à la présentation des résultats de notre recherche. Nous commençons par un descriptif détaillé du public concerné par notre étude (chapitre V). Les chapitres VI à XIV sont consacrés à l'analyse et l'interprétation de l'ensemble des données que nous avons recueillies.

CHAPITRE I : LE CONTEXTE DE LA RECHERCHE

Comme nous l'avons expliqué dans l'introduction, nous nous intéressons aux classes préparatoires aux grandes écoles. Nous proposons d'abord un bref descriptif de ces institutions pour les lecteurs qui ne sont pas familiers avec le système des études supérieures en France. Ensuite, nous considérons dans la section suivante des travaux issus de la sociologie de l'éducation qui apportent des éléments importants sur le fonctionnement particulier de l'institution CPGE. Enfin, nous introduisons le public de notre étude.

SECTION 1 : DESCRIPTIF DE L'INSTITUTION CPGE

1. Structure des CPGE

En France, les études supérieures prennent une forme particulière, avec de nombreuses formations hors des universités (voir figure 1 ci-dessous). Les trois formations majeures d'études supérieures (hors spécialités) préparent les étudiants après le baccalauréat⁸ à la Licence, au Diplôme Universitaire de Technologie (DUT) ou au Brevet de Technicien Supérieur (BTS). La Licence (qui a remplacé le Diplôme d'études universitaires générales - DEUG - dans la réforme LMD⁹ en vigueur) se déroule en six semestres après le bac répartis sur trois ans dans les universités. C'est une formation plutôt généraliste qui vise « *d'abord la maîtrise de fondamentaux notamment en termes de connaissances académiques [...] pour la recherche et l'enseignement* » (Adangnikou, 2007, p.28) ; elle conduit particulièrement au second et troisième cycles universitaires. Le BTS se prépare en deux ans après le bac dans des classes supérieures des lycées dites STS (Sections de Techniciens supérieurs). Le DUT se prépare en deux ans dans un institut interne d'une université dit IUT (Institut Universitaire de Technologie). Ces deux formations professionnelles de niveau bac+2 « *conduisent normalement leurs étudiants à directement s'insérer sur le marché de l'emploi* » (ibidem, p.28) et sont prolongées depuis 2000 par une troisième année de Licence professionnelle. En 2012-2013¹⁰, il y avait 774 685 étudiants inscrits en Licence, 115 319 étudiants inscrits en DUT et 263 057 étudiants inscrits en BTS.

⁸ Dans la suite noté bac.

⁹ La réforme LMD (pour Licence - Master – Doctorat) lancée depuis 2002 désigne un ensemble de mesures modifiant le système d'enseignement supérieur français pour l'adapter aux standards européens.

¹⁰ Toutes les données statistiques dans la suite (sauf précision) proviennent du site <http://publication.enseignementsup-recherche.gouv.fr/>. Il s'agit des données les plus récentes disponibles au moment de la rédaction de ce manuscrit.

La quatrième formation principale, plutôt généraliste comme la Licence, se déroule dans les classes préparatoires aux grandes écoles (dans la suite CPGE ou prépa¹¹) qui sont généralement hébergées dans des lycées. Les étudiants intègrent ces filières de premier cycle d'enseignement supérieur après le baccalauréat par sélection sur dossier afin d'y préparer pendant deux ans¹² les concours d'entrée aux grandes écoles (écoles de commerce, écoles d'ingénieur et écoles vétérinaires, notamment). Ces classes sont connues pour leur sélectivité dans le recrutement des étudiants. En effet, les préparonnaires sont d'habitude les meilleurs bacheliers et les CPGE sont décrites comme visant la production des élites, ce qui leur garantit une certaine stabilité au cours du temps et leur attribue un grand prestige au sein du système éducatif français.

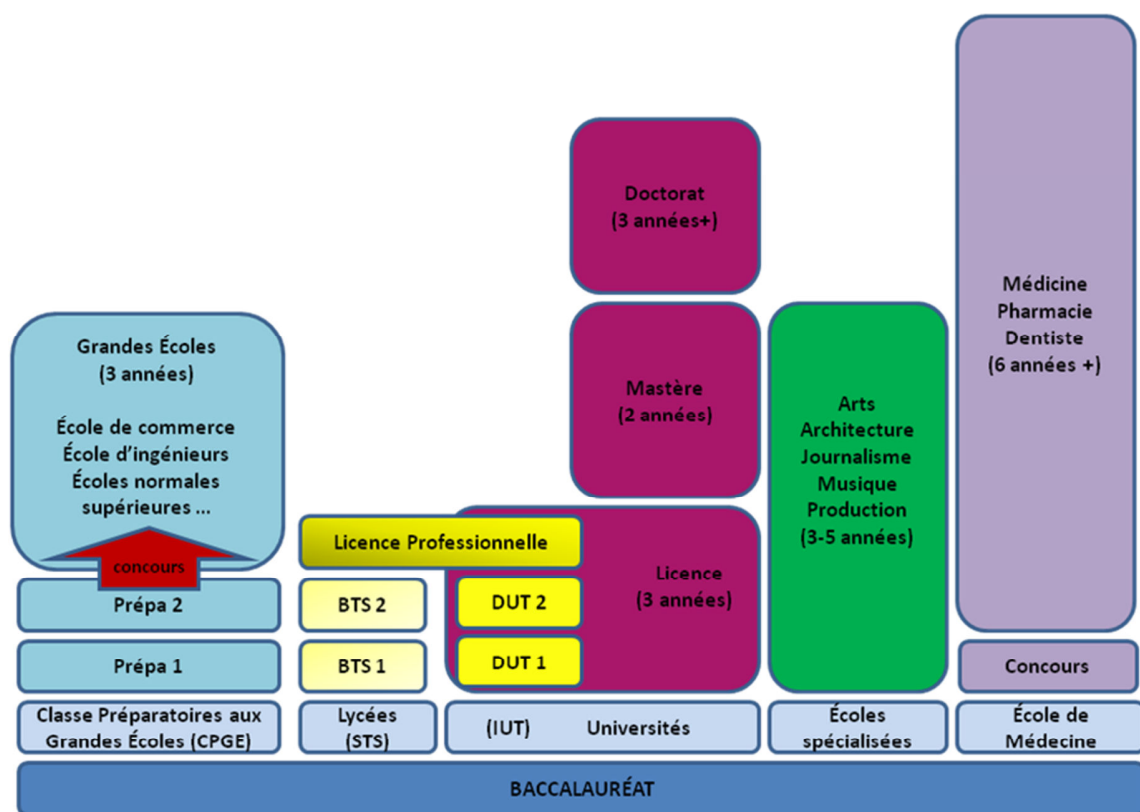


Figure 1 : Schéma simplifié de la structure de l'enseignement supérieur en France

Le nombre d'étudiants en CPGE n'a cessé d'augmenter depuis la réforme de 1995 pour atteindre environ 82 400 étudiants inscrits pour l'année 2012-2013 (dont environ 42 000 en première année), avec une hausse de 2,3% par rapport à l'année 2011-2012. Toutefois, la part d'élèves qui fréquentent ces institutions demeure faible (autour de 4%) comparée à l'ensemble des étudiants de l'enseignement supérieur. En 2012-2013, le taux

¹¹ Les CPGE sont communément appelés classes prépas ou prépas, cette désignation familière est désormais institutionnalisée. Dans la suite, nous utiliserons ces désignations de façon interchangeable.

¹² Ou éventuellement trois ans en cas de redoublement par exemple.

de réussite en CPGE, soit la proportion d'étudiants qui intègrent une école au bout des deux années de prépa (éventuellement trois en cas de redoublement) parmi ceux qui étaient initialement inscrits en première année, était de 74%. Pour les autres étudiants, 5% ont rejoint une école post-bac, 19% se sont réorientés vers l'université et uniquement 2% sont considérés sortant sans diplôme d'enseignement supérieur.

Les CPGE se répartissent en trois filières : scientifique (S – 61% des CPGE), économique et commerciale (EC – 24%), et littéraire (L – 15%). Ces classes comptent environ 42% de filles en moyenne, distribuées de façon plus équitable en filière EC (54% des étudiants de cette filière) qu'en L (74%) ou S (29%). Par ailleurs, la moitié des étudiants sont issus de milieux sociaux favorisés (enfants de cadres, chefs d'entreprise, professions intellectuelles et libérales) « *avec toutefois des différences notables entre les filières puisqu'ils sont 51,1% en filières commerciales, mais seulement 44,8% en filières scientifiques* » (Rauscher, 2010, p.284), et ils sont le plus souvent originaires d'une grande ville, soit de l'agglomération parisienne soit d'une grande métropole régionale. Il faut toutefois noter que l'apparition des CPGE de proximité¹³ depuis plusieurs années a fait que les classes préparatoires ne sont plus « *un privilège exclusif des grands établissements de centre-ville* » (ibidem, p.13). Ainsi, s'opposent maintenant les "grandes prépas" des établissements prestigieux situés à Paris, en Île de France (32% des étudiants de CPGE) ou dans les grandes villes aux "petites prépas" moins prestigieuses des petites ou moyennes villes de province et de banlieue. Les différences entre les "grandes prépas" et les autres sont visibles aussi bien au niveau des classements¹⁴ qui se reflètent sur le recrutement puis la canalisation des étudiants vers les grandes écoles que sur les profils et comportements des professeurs comme le montre explicitement Rauscher (2010).

Nous nous intéressons à la filière EC qui prépare les étudiants aux écoles de commerce. Cette filière se décline en trois voies¹⁵ : la voie scientifique (ECS, dans la suite S) majoritaire est réservée aux élèves issus de bac S (42%), la voie économique (ECE) accueille des élèves issus principalement de bac ES (30%), et la voie technologique (ECT, dans la suite T) est destinée aux élèves issus de bac STMG¹⁶ (12%). Cette dernière accueille des étudiants dont le niveau académique (global ainsi qu'en mathématiques) est généralement inférieur à celui des étudiants sortant de bac S ou ES et

¹³ Classes préparatoires développées dans des zones du territoire ou des quartiers qui n'en ont pas ou peu pourvus.

¹⁴ Il n'existe pas de classement officiel des classes préparatoires mais certains sites et journaux publient des classements annuels. Par exemple, le classement du site <http://www.prepa-hec.org> distingue quatre groupes de prépas pour la filière EC, les meilleures, les bonnes, les moyennes, et les modestes, selon le nombre d'étudiants admis dans les écoles de commerce par ordre décroissant de leur degré de prestige.

¹⁵ Nous ne tenons pas compte des voies juridique ou économie-gestion des prépas ENS Cachan D1 et D2.

¹⁶ S : Scientifique, ES: Économique et Social et STMG : Sciences et Technologies du Management et de la Gestion qui a remplacé la série STG (Sciences et Technologies de la Gestion) depuis la rentrée 2012

qui échouent massivement à l'université. S'ils ne candidatent d'habitude pas aux plus prestigieuses écoles de commerce¹⁷, ces étudiants peuvent espérer intégrer des écoles moyennes suite aux années de prépa. En effet, étant donné la compétition avec les étudiants des autres voies et le poids des mathématiques dans les concours d'entrées aux grandes écoles pour lesquels les épreuves sont communes à toutes les voies, les étudiants de la voie T restent minoritaires dans les grandes écoles malgré les efforts qui visent à promouvoir cette filière en France. L'existence de cette voie nous conduit à relativiser l'excellence des étudiants recrutés en prépas.

2. Organisation des enseignements en CPGE

Le travail de thèse se centre sur les étudiants en première année de classes préparatoires aux écoles de commerce (filiale EC) de voies S et T (nous explicitons notre choix du public dans la suite – section 3.1). Ainsi, pour ce qui suit, nous considérons uniquement les enseignements des voies S et T concernées par notre étude.

En Terminale, les élèves de la voie S ont une formation générale axée sur la culture scientifique et les mathématiques (entre 6 et 8 heures hebdomadaires). Ceux de la voie T ont reçu un enseignement technologique axé sur une spécialité pratique (un choix parmi ressources humaines et communication, mercatique, gestion et finance, ou systèmes d'informations de gestion - 6 heures hebdomadaires), où les mathématiques n'occupent qu'une place mineure (2 heures hebdomadaires). Nous commençons par un aperçu du spectre des matières enseignées dans chaque voie ainsi que des modalités d'évaluation. Dans les trois voies de la filiale EC, l'organisation générale des enseignements comporte des cours magistraux et des travaux dirigés (TD) dont la répartition varie d'une matière à l'autre. De plus, les volumes horaires des principales matières dépendent de la voie et sont les mêmes pour les deux années de prépa.

En voie S, les mathématiques occupent la place principale à raison de neuf heures par semaines (dont deux heures de TD en demi-groupe), avec un niveau de difficulté qui se rapproche de celui des prépas technologiques de la filiale scientifique et un fort coefficient au concours des écoles de commerce les plus sélectives (entre un quart et un tiers des coefficients écrits, avec une épreuve orale pour certains concours). S'y ajoute

¹⁷ Les meilleures écoles de commerce pour l'année 2013-2014 en termes d'excellence académique d'après le palmarès du site <http://www.letudiant.fr> : 1/ HEC, 1/ ESSEC, 1/ ESCP Europe, 4/ EDHEC Lille-Nice-Paris, 4/ EM Lyon, 4/ ESC Grenoble, 4/IESEG Lille.

Ainsi, en s'inspirant du classement du site <http://www.prepa-hec.org> pour les prépas EC nous pouvons catégoriser les prépas EC comme suit : les meilleures prépas ont régulièrement des admis dans les meilleures écoles citées au-dessus; les bonnes prépas ont plusieurs admis dans les écoles de la banque ECRICOME (ICN, KEDGE, NEOMA) et parfois des admis dans les meilleures écoles ; dans les prépas moyennes c'est la tête de classe qui intègre ECRICOME ; dans les prépas modestes, il y a peu d'admis dans les ECRICOME, la majorité des admissions concerne les autres écoles.

une heure d'informatique par semaine (en général en demi-groupe). Le reste de l'emploi de temps est réparti entre la culture générale (six heures - cours de philosophie et de littérature française), les langues (six heures - trois pour l'anglais obligatoirement en LV1 ou LV2, et trois pour une autre langue vivante), et les cours d'histoire-géographie et de géopolitique du monde contemporain (six heures). De plus, une heure est consacrée à l'économie, option facultative qui ne peut être passée aux concours. Ainsi, les étudiants de la voie S ont 28 heures de cours hebdomadaires pour cinq disciplines obligatoires (sans compter l'option), plus deux heures d'éducation physique et sportive.

En voie T, on retrouve les cours de culture générale (six heures) où le programme est le même qu'en ECS et ECE, ensuite les langues (quatre heures en LV1 et cinq heures en LV2). Les mathématiques pèsent un peu moins dans cette voie mais restent très importantes (six heures – dont deux heures de TD en demi-groupe). Le reste de l'emploi du temps est occupé par plusieurs matières pour lesquelles l'épreuve aux concours est spécifique de cette voie : économie (trois heures), droit (trois heures) et management et gestion de l'entreprise (cinq heures – dont deux heures de TD comprenant un module informatique). Les étudiants de la voie T ont 32 heures de cours hebdomadaires pour sept disciplines différentes, plus deux heures d'éducation physique et sportive.

À ces heures de cours s'ajoutent des évaluations écrites et orales obligatoires nécessitant un travail de préparation significatif de la part des étudiants en plus des heures de cours. Pour les modalités de ces évaluations, il s'agit d'une part d'interrogations écrites sous forme de devoirs à la maison (DM) et de devoirs surveillés (DS) auxquels s'ajoutent les concours blancs et éventuellement des interrogations courtes ponctuelles dans certaines matières, et d'autre part d'interrogations orales à travers les colles¹⁸. Ces évaluations ont lieu soit pendant les heures de cours, soit en fin de journée après les cours, ou encore les samedis, prolongeant ainsi les journées et semaines des étudiants, déjà très longues et chargées. Le DS consiste généralement en une résolution d'exercices sur une durée qui varie entre deux et cinq heures, tandis que les interrogations ponctuelles sont plutôt courtes (30 minutes à une heure). La fréquence et le contenu de ses épreuves dépendent de la matière, de la voie ainsi que du professeur.

Nous donnons un descriptif détaillé de l'organisation des enseignements en mathématiques pour chaque classe concernée par notre étude à travers les chapitres de la deuxième partie consacrée à la présentation des résultats.

¹⁸ Il s'agit d'un dispositif d'évaluation spécifique aux classes préparatoires, qui prend en mathématiques classiquement la forme d'une interrogation orale d'une heure par groupes de trois étudiants qui travaillent individuellement mais simultanément au tableau pour répondre à des questions de cours et/ou résoudre des problèmes proposés par un professeur présent appelé "colleur". Une colle de mathématiques a lieu toutes les deux à trois semaines, elle peut admettre des variantes de forme et de contenu selon les voies et/ou les lycées. Les colles font l'objet d'un descriptif détaillé dans la deuxième partie consacrée à la présentation des résultats.

Nous présentons ci-dessous (tableaux 1 et 2) le programme de mathématiques détaillé¹⁹ pour les deux voies pour information:

Programme de Mathématiques – voie Technologique (ECT)	
Première année	Deuxième année
<ul style="list-style-type: none"> I. Combinatoire II. Algèbre linéaire III. Analyse <ul style="list-style-type: none"> 1. Suites numériques 2. Polynômes 3. Fonctions numériques 4. Intégration IV. Statistique descriptive V. Probabilités <ul style="list-style-type: none"> 1. Espaces probabilisés finis 2. Variables aléatoires finies 	<ul style="list-style-type: none"> I. Algèbre linéaire II. Analyse <ul style="list-style-type: none"> 1. Suites numériques 2. Séries numériques 3. Fonctions numériques 4. Intégration III. Probabilités <ul style="list-style-type: none"> 1. Variable aléatoires discrètes infinies 2. Variables aléatoires à densité continue par morceaux 3. Convergences et approximations

Tableau 1 : Programme de Mathématiques – voie Technologique (ECT)

Programme de Mathématiques – voie Scientifique (ECS)	
Première année	Deuxième année
<ul style="list-style-type: none"> I. Algèbre et combinatoire <ul style="list-style-type: none"> 1. Ensembles, applications 2. Combinatoire 3. Nombres complexes, polynômes II. Algèbre linéaire <ul style="list-style-type: none"> 1. Espaces vectoriels et applications linéaires 2. Espaces vectoriels de dimension finie 3. Matrices et calcul matriciel 4. Systèmes linéaires 5. Réduction des endomorphismes et des matrices carrées 	<ul style="list-style-type: none"> I. Algèbre linéaire <ul style="list-style-type: none"> 1. Sommes directes – Sous-espaces stables 2. Réduction des endomorphismes 3. Réduction des matrices carrées II. Algèbre bilinéaire <ul style="list-style-type: none"> 1. Produit scalaire 2. Espace euclidien 3. Endomorphismes symétriques d'un espace euclidien – Matrices symétriques III. Intégrales sur un intervalle

¹⁹ Source : <http://www.education.gouv.fr/bo/2003/hs5/default.htm>

<p>III. Nombres réels – Suites et séries</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. \mathbb{R} et la convergence des suites réelles – Théorèmes fondamentaux 2. Exemples de suites 3. Étude asymptotique des suites 4. Séries numériques <p>IV. Fonctions réelles d'une variable réelle – Généralités</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Limite et continuité d'une fonction d'une variable en un point 2. Comparaison des fonctions d'une variable au voisinage d'un point 3. Étude globale des fonctions d'une variable sur un intervalle <p>V. Fonctions réelles de deux variables réelles – Généralités</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Rappels sur le plan – Éléments de topologie 2. Fonctions définies sur \mathbb{R}^2 <p>VI. Fonctions réelles d'une variable – Calcul différentiel et intégral</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dérivation 2. Dérivées successives 3. Fonctions convexes 4. Intégration sur un segment 5. Formules de Taylor 6. Développements limités <p>VII. Fonctions de deux variables – Calcul différentiel</p> <p>VIII. Statistique descriptive</p> <p>IX. Probabilités</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Espaces probabilisés 2. Variables aléatoires réelles discrètes 3. Couples de variables 	<p>quelconque</p> <p>IV. Fonctions numériques de plusieurs variables</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Droites affines de \mathbb{R}^n – Éléments de topologie 2. Fonctions définies sur \mathbb{R}^n 3. Calcul différentiel 4. Extremums <p>V. Statistique descriptive bivariée</p> <p>VI. Probabilités</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Variable aléatoires discrètes 2. Vecteurs aléatoires discrets 3. Généralités sur les variables aléatoires réelles 4. Variables aléatoires à densité 5. Convergences et approximations 6. Estimation <p>VII. Éléments d'algorithmique</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. L'environnement Pascal 2. Liste des savoir-faire supplémentaires exigibles en deuxième année
---	--

aléatoires réelles discrètes 4. Lois usuelles 5. Convergence et approximations X. Éléments d’algorithmique 1. L’environnement Pascal 2. Liste de savoir-faire exigibles en première année	
--	--

Tableau 2 : Programme de Mathématiques – voie Scientifique (ECS)

3. Les concours d’entrée aux écoles

En fin de deuxième année de prépa, les étudiants passent les concours des écoles. Tous les concours ne se ressemblent pas. Certaines écoles ont recours à un schéma d’épreuves très classique, alors que d’autres pimentent leur concours d’épreuves peu ordinaires lors des épreuves écrites et orales telles qu’une étude et synthèse de texte, un entretien collectif, une épreuve d’argumentation ou un mini-jeu d’entreprise.

En avril-mai, les étudiants passent la première étape des concours des écoles auxquels ils se sont inscrits. Ils sont convoqués aux épreuves écrites d’admissibilité qui se déroulent dans des centres d’examens répartis sur l’ensemble du territoire. Ces épreuves écrites portent sur différentes matières et leur nature varie en fonction des écoles et des niveaux d’admission. On appelle barre d’admissibilité la moyenne des épreuves écrites fixée par chaque école qu’un candidat doit atteindre au minimum pour être déclaré admissible. Clairement, plus la barre d’admissibilité est élevée, plus l’admission dans une école est réputée difficile. Lorsqu’un étudiant est déclaré admissible suite aux épreuves écrites, il est convoqué aux épreuves complémentaires d’admissibilité qui ont lieu en juin-juillet. Il s’agit souvent d’épreuves orales qui restent spécifiques à chacune des écoles et pour lesquelles chaque candidat se déplace dans les écoles où il aura été déclaré admissible.

En général, les épreuves complémentaires d’admissibilité comprennent une épreuve de langue orale et éventuellement des épreuves à option, mais aussi, et surtout, un entretien avec un jury. La nature de cet entretien varie d’une école à l’autre, mais il s’apparente souvent à un véritable entretien de recrutement plutôt qu’à un entretien académique. Le jury est composé d’un professeur de l’école d’accueil et d’un représentant du monde économique (cadre ou dirigeant d’entreprise le plus souvent ancien diplômé de l’établissement convoité). C’est l’épreuve la plus importante de l’admissibilité au cours de laquelle les candidats exposent leur vie en en faisant la synthèse sous forme de CV,

puis en dégagant les dominantes de leur personnalité, de leurs aptitudes et de leur potentiel. L'objectif est de permettre au jury d'apprécier l'adéquation de la personnalité du candidat avec les programmes de l'école et les besoins des entreprises.

SECTION 2 : RECHERCHES AUTOUR DE L'INSTITUTION CPGE

Pour approfondir notre description des classes préparatoires, nous présentons dans cette partie trois travaux de sociologie de l'éducation qui nous apportent des éléments importants sur le fonctionnement de l'institution CPGE et le travail des étudiants au sein de cette institution. Il s'agit des recherches de Darmon (2013), Rauscher (2010) et Daverne et Dutercq (2013) qui sont consacrées aux CPGE et sur lesquels nous nous appuyons dans l'analyse des données de notre étude dans la suite.

1. Le livre de Darmon

Dans son ouvrage, *Classes Préparatoires. La fabrique d'une jeunesse dominante* (2013), Darmon s'intéresse aux classes préparatoires comme « *institution de fabrication d'un type particulier de personnes* » (p.16), qu'elle qualifie d'institution "enveloppante", elle cherche à explorer la façon dont cette institution transforme ses individus, les élèves, à travers un processus qu'elle appelle « *socialisation institutionnelle préparatoire* » (p.16). Elle mène une enquête pendant deux ans dans un grand lycée de province, ce choix de lycée "intermédiaire" lui permettant d'éviter les deux extrêmes des grands lycées parisiens et des petits lycées de province. À travers son enquête, elle suit deux classes de filière scientifique (S) et deux de filière économique et commerciale (EC)²⁰ dès les premiers jours de la rentrée en première année jusqu'aux résultats des concours en fin de deuxième année. Grâce aux données recueillies en croisant observations (de tout ce qui se passe dans le lycée) et entretiens avec des professeurs et élèves volontaires, Darmon étudie d'abord le fonctionnement du dispositif préparatoire, afin d'analyser ensuite comment ce dispositif contribue à la fabrication de dispositions étudiantes particulières²¹: « *le résultat de l'étendue et de la puissance du dispositif préparatoire réside dans la fabrique du préparatoire et l'incorporation de dispositions particulières qui la constituent : la force de la "prise" préparatoire [...] explique la capacité institutionnelle à former, transformer, fabriquer des dispositions, c'est-à-dire des élèves.* » (pp.20-21). L'ouvrage s'articule autour de trois questions : celle du travail de l'institution sur les élèves, celle du travail des élèves dans l'institution et celle du travail des élèves sur l'institution. Nous ne nous attardons pas ici sur le sens attribué par Darmon à la notion

²⁰ Darmon exclut volontairement la filière littéraire afin d'avoir « *des situations comparables [...] en termes d'issues attendues* » (p.18) et de recrutement.

²¹ C'est dans ce sens que nous envisageons notre travail dans le prolongement de celui de Darmon, mais en nous centrant sur une discipline particulière dans notre cas, les mathématiques.

d'institution, ceci étant un élément clé de notre cadre conceptuel et sera abordé dans la partie qui lui est consacré (cf. chapitre III).

Darmon consacre son premier chapitre, qui nous intéresse particulièrement ici, à expliquer comment cette institution, extrêmement exigeante vis-à-vis des élèves mais aussi très attentive à leurs besoins, encadre les élèves et les met au travail. Le premier aspect se déploie avant même l'arrivée des élèves dans les CPGE, à travers le processus de sélection. Ce dernier vise à choisir des élèves possédant des « *dispositions adéquates* » (p.31) académiques et comportementales pour lesquels les professeurs peuvent en amont prédire la réussite en prépa, et sur lesquels l'institution pourrait avoir un maximum d'influence, ainsi qu'une énergie latente accumulée et conservée. La prise de l'institution sur ses individus se poursuit lors des cérémonies d'admission qui mettent en condition les entrants, et ensuite par un « *hiatus scolaire* »²² (p.40) qui permet de réinitialiser les notes, connaissances et habitudes du lycée afin de favoriser un recommencement et d'initier le processus de transformation des dispositions. « *Ce changement de repères concourt donc à renforcer la remise de soi à l'institution et la mise au travail.* » (p.42)

Darmon analyse ensuite les différents dispositifs du fonctionnement quotidien qui permettent à l'institution d'exercer ses effets sur les élèves. Elle repère d'abord trois techniques (disciplinaires) de surveillance, de sanction et d'examen²³. La surveillance de la conduite et de l'assiduité est d'abord assurée par l'administration et les enseignants à travers le contrôle des absences et des retards, et ensuite par les colleurs. En effet, les colles, qui ont pour fonction autant la préparation à l'oral des concours que l'incitation au travail régulier, mettent l'élève et son travail sous la surveillance du colleur ainsi que des autres élèves présents. Les sanctions portant sur la conduite, le manque de sérieux ou l'inadéquation du travail ont une visée stratégique de mise au travail des élèves plutôt qu'une approche punitive. Il s'agit en effet de « *sanctions normalisatrices* » (p.46) qui assurent l'efficacité de la surveillance. Les notes et classements jouent au quotidien, et pas uniquement aux concours, un double rôle de gratification et de sanction. L'examen en prépa suit le travail de chaque élève individuellement, il vise une singularisation et une différenciation des élèves. La forme la plus visible est le rang du classement. Le rang, qui est déterminé grâce à une série ininterrompue de dispositifs d'évaluation de différents types, individualisés ou pour la classe, résume les forces et faiblesses de chaque élève. Toutefois, l'examen ne se limite pas aux questions scolaires, il porte aussi sur le comportement, et s'intéresse à l'élève comme une personne qui peut être en souffrance.

²² Darmon emprunte le terme hiatus au sociologue E. Goffman qui parle de hiatus social. Elle l'utilise dans le sens de manque de continuité entre le lycée et la prépa par la remise à zéro que nous évoquons, dans le but d'homogénéiser les entrants dans l'institution.

²³ Darmon emprunte ces trois termes à M. Foucault. Il faut préciser que "disciplinaire" ici ne fait pas référence à UNE discipline mais à LA discipline.

L'institution CPGE a aussi recours à une quatrième technique de contrôle : « *la mise sous pression d'une population qu'il ne s'agit pas tant de faire obéir que de faire travailler* » (p.51). En effet, la prépa met les élèves sous pression afin d'assurer leur formation intellectuelle et leur réussite aux concours. Il existe un ensemble de techniques « *qui constitue ce qu'on peut appeler un travail de l'empressement : faire en sorte que la pression, que le rythme se maintiennent* » (p.54). Les dispositifs de surveillance, sanction et examen contribuent à cette mise sous pression en même temps qu'ils façonnent les modes de travail et informent l'enseignant sur les élèves. S'y ajoutent plusieurs instruments de pression. Il s'agit d'abord des notes et classements déjà évoqués qui servent autant d'instrument d'incitation au travail que de mesure de comparaison, auxquels s'ajoutent des pratiques d'individualisation et de personnalisation des exigences (à travers les colles, les TD, les cours en petit groupe...). Ensuite, plusieurs figures-aiguillons contribuent à la mise sous pression (références aux concours, examinateurs, sujets passés des concours, autres prépas...). Enfin, l'instauration d'un rapport particulier au temps, notamment à travers le cours et discours du professeur, représente un aspect important de l'empressement. À travers les anticipations constantes de ce qui va se faire plus tard dans l'année ou l'année suivante, ainsi que toutes les références temporelles (par exemple le hors-programme), les professeurs instaurent l'urgence du temps dès le premier jour.

Toutes ces techniques de contrôle articulées, même si leur utilisation peut varier selon les dispositions des élèves et les professeurs, sont redondantes d'un professeur à l'autre, et d'une classe à l'autre, ce qui souligne leur généralité et continuité au sein de l'institution CPGE dont ils deviennent une spécificité. « *L'institution préparatoire contrôle par redondance, par la répétition d'une même injonction ou d'un faisceau remarquablement parallèle d'injonctions homologues. Divisés, voire en lutte explicite sur bien des points, les professionnels de l'institution préparatoire donnent néanmoins à voir une entreprise institutionnelle unifiée et concordante dans sa volonté d'émulation des troupes scolaires.* » (p.60). Nous verrons plus loin (cf. chapitre II, travaux de Monfort, 2002) que ce fonctionnement s'oppose à celui de l'université où les normes et leur transmission sont particulièrement brouillées.

Néanmoins, la violence déployée afin d'assurer la prise de l'institution sur les élèves et de les mettre au travail est une "violence retenue". Il s'agit d'une « *posture, pratiquement consensuelle elle aussi, de disqualification et de refus de sa dimension totalitaire* » (p.61). Darmon s'intéresse à ce deuxième aspect de l'institution CPGE, par lequel la prépa travaille à adoucir la violence préparatoire. Cette violence est retenue par des injonctions politiques, plus marquées depuis la dernière réforme. Il s'agit d'abord de remplir les classes et de diffuser une vision sociale des CPGE comme étant ouvertes et égalitaires. Cela est en rapport direct avec la question du coût d'un élève de CPGE, dans

l'absolu et en comparaison avec l'université : il faut « *amener les élèves jusqu'aux écoles pour rentabiliser leur formation* » (p.68). Cette politisation a des effets sur l'encadrement et sur la définition des pratiques enseignantes, elle se traduit par « *l'imposition aux enseignants d'un ethos professionnel de la retenue* » (p.65). Les professeurs se retrouvent donc en situation d'avoir à atténuer le choc de la prépa en adaptant leurs pratiques, jusqu'à devoir contrôler leur discours pour éviter les termes et tons totalitaires. Tout vise à prendre des distances avec la "prépa à l'ancienne", avec l'objectif de limiter le nombre d'abandons en cours d'année. Ainsi, il faut une violence présente pour que les élèves se mettent au travail, mais une violence sous bonne garde pour ne pas s'engager dans des pratiques condamnées. Encore une fois, malgré les variations entre enseignants, l'objectif est le même : « *il s'agit pour tous de contribuer à constituer une institution totale, mais non totalitaire* » (p.72).

Ces deux aspects de l'institution CPGE, totale et retenue, s'articulent et se prolongent à travers un troisième aspect plus humain. Ainsi, « *l'institution opère en étant soucieuse du bien-être physique, social et psychologique d'élèves qu'il ne s'agit pas tant de faire obéir que de faire travailler dans de bonnes conditions, en s'assurant qu'ils vont bien* » (p.73). Le but est donc de "maximaliser" la vie préparatoire des élèves, tant du point de vue biologique et social, que psychique, ainsi que de la vie de classe. Dans cette perspective, l'institution étend son domaine d'intervention au-delà du scolaire, mettant ainsi toute la vie des élèves au service du travail, y compris les plaisirs à doses modérées. Elle cherche à créer les conditions optimales du travail, même dans la vie hors-travail des élèves, tout en les incitant à s'en charger. La prépa attribue alors autant d'importance aux consignes concernant les bonnes manières de gérer sa vie (besoins biologiques ou sociaux) qu'aux consignes de discipline ou de travail. De même, l'institution intervient dans la vie psychique des élèves : d'abord sous forme d'outil de soutien ou de réconfort à travers l'encouragement continu de la part des enseignants par exemple, ensuite sous forme d'exigences « *d'un capital relationnel et psychologique suffisant pour affronter la vie préparatoire* » (p.79), enfin en cherchant à forger la personnalité des élèves, à travers les colles des EC par exemple dont certaines sont plus des entretiens de personnalité que des épreuves scolaires, ou encore en insistant sur l'engagement personnel des étudiants dans leurs propos comme initiation au marché du travail. En outre, l'institution gère une classe et non seulement des individus, qu'elle cherche à conserver et faire vivre, et cela dès la sélection des élèves qui constitueront une future classe. En effet, lors de la sélection des dossiers, les professeurs cherchent à recruter des étudiants qui contribueront à « *l'énergie collective de la future classe* » (p.81) et à ne pas en perdre en cours de route. Ensuite, il s'agit de souder leur classe en encourageant la solidarité et en promouvant la réussite collective afin d'éliminer l'esprit de concurrence au sein de la classe. Ainsi, le caractère enveloppant de l'institution CPGE émerge à travers les aspects totaux et retenus ainsi que la gestion de la vie qu'elle articule : c'est une institution totale, disciplinaire,

protectrice et productrice : « *elle est donc une institution enveloppante parce qu'elle n'est ni une institution totalitaire ni une institution en déclin. Son emprise sur les individus est d'autant plus sûre qu'elle est moins brutale, et elle opère non dans le nivellement bureaucratique ou la négation totale des individualités, mais par la sur-individualisation et l'identification extrême des personnes et de leurs caractéristiques, ainsi que le soin et l'intérêt qui leur sont portés.* » (p.84).

Darmon évoque aussi la vie clandestine que les élèves développent à côté, en dessous ou hors institution. Il semble y avoir des marges de manœuvre utilisées par certains élèves et qui sont presque institutionnellement encouragées, clairement dans la filière économique et commerciale (voir plus loin), ou tolérées, et qui justement contribuent à rendre vivable la prépa. Il en résulte une certaine officialisation de la vie clandestine qui assure aussi la prise institutionnelle sur l'individu.

Après avoir étudié les différents aspects et dispositifs du fonctionnement de l'institution enveloppante des CPGE, Darmon analyse les dispositions qui se développent chez les étudiants sous l'influence de l'institution. Elle s'intéresse d'abord à la socialisation temporelle et l'apprentissage du temps, disposition qui s'enseigne implicitement dans l'institution prépa à travers les conditions du déroulement de l'enseignement. Il s'agit de considérer d'une part la logique d'urgence qui s'apprend collectivement en prépa, et d'autre part les variations des rapports au temps entre les individus. En CPGE, tout s'apprend dans l'urgence et par l'urgence, avec une « *extension du lexique temporel à tous les aspects de l'existence préparatoire* » (p.137). Darmon dresse plusieurs éléments de la trame temporelle qui révèlent et découlent d'une logique de l'urgence. D'abord, les week-ends, les demi-journées libres et les soirées sont exclusivement consacrés au travail. Ensuite, la première année se fractionne en périodes, son déroulement est défini par les évaluations (colles et DS) qui constituent des repères pour les élèves, le temps est collectif et unificateur et l'année se résume à un sprint suivi d'une épreuve d'endurance, avec un été qui sert de préparation pour la deuxième année plutôt que de vacances. La deuxième année se déroule de façon continue et très rapide, avec un temps très individualisé en fin d'année et un temps libre qui se dégage avec l'arrivée des concours (alternance de périodes creuses et périodes de pression et d'urgence) auquel les élèves ne sont pas habitués. Par ailleurs, les élèves de CPGE sont surchargés de travail avant même de commencer leurs parcours, tandis que le temps est toujours manquant. Ils courent alors constamment après le temps et développent une forme de panique temporelle qui se transforme éventuellement en une « *normalisation du sentiment d'impuissance* » (p.149). Les élèves apprennent alors l'urgence, et développent des tactiques pour libérer et gérer le temps. « *Le travail sur le temps devient un travail du temps par la personne et se traduit par l'incorporation de dispositions* » (p.152) parfois irréversibles. Le temps

devient aussi une unité de mesure de tout : l'excellence, l'évolution de niveau, les difficultés, les hiérarchies, les attitudes...

D'autre part, à cette étude du temps commun de l'urgence et de l'apprentissage collectif du temps s'ajoute une étude des variations dans les rapports au temps. Darmon repère trois rapports au temps. D'abord, il y a les professeurs qui ont un statut spécial puisqu'ils décident des horaires, du rythme et même de l'usage du temps par les élèves hors institution (travail personnel et temps privé). Ensuite, parmi les élèves, certains ne se laissent pas dominer par l'urgence temporaire, ils arrivent à trouver du temps pour autre chose, tiennent le rythme, n'ont pas de panique temporelle et prennent des décisions d'usage du temps hors contraintes. Mais il y a aussi ceux qui subissent le temps, parce qu'ils se trouvent débordés par manque de temps, ou au contraire parce qu'ils trouvent l'écoulement du temps lent. La distinction entre les deux types d'élèves revient au mode d'organisation du travail. Les premiers organisent le temps en termes de plages temporelles à consacrer à des tâches précises, tandis que les autres définissent le travail en termes de contenu de travail et n'arrivent pas à respecter les horaires fixés.

« Faute de pouvoir tous prendre leur temps en prépa, les étudiants l'apprennent, et la socialisation temporelle qui s'y déroule constitue bien une dimension centrale de la fabrique sociale des individus qu'on y étudie. Ils intériorisent en effet un rapport au temps particulier [...]. Les élèves incorporent en effet l'urgence comme mode normal d'écoulement du temps, et comme état, mental et corporel, quotidien ; ils y apprennent à "gérer" leur temps, à se gérer eux-mêmes face au temps et à considérer le temps comme quelque chose qui se gère ; [...] pour en venir à mettre toute la vie, y compris le loisir, au service temporel du travail. [...] À l'arrivée en prépa, les élèves ne sont pas "égaux" dans leur rapport au temps, et il semble que ces inégalités dépassent les différences de niveaux scolaires ou de méthodes de travail et de vie, pour s'enraciner de manière plus profonde dans les socialisations antérieures et les rapports de classe au monde. » (pp.184-185).

Darmon considère ensuite deux dispositions, quasi-contraires mais certainement complémentaires, dont l'intériorisation permet l'apprentissage des savoirs préparatoires : il s'agit de la disposition pragmatique et la disposition scientifique. La disposition pragmatique concerne l'apprentissage de façons de faire standardisées destinées aux concours. *« Cette socialisation par anticipation [des concours] ne s'opère pas magiquement ou par la seule perspective future des concours, mais bien par le truchement concret, et constant, des enseignements préparatoires : des discours et pratiques répétés d'un professeur à l'autre, d'une situation scolaire (la classe) à une autre (les colles), qui convergent dans l'imposition d'un schème de socialisation se traduisant (ou non) par l'incorporation par les élèves d'une disposition que l'on peut qualifier de pragmatique, parce qu'elle fait de la vérité ce qui marche aux concours »*

(p.189). En termes de savoirs et connaissances, ce sont les concours, et non les programmes, qui définissent « *ce qui doit être su et ce qui peut, voire doit être ignoré* » (p.189), ainsi que des « formes de vérité » contraires du « faux ». Côté exercices, il s'agit de repérer les exercices-types ainsi que les "recettes" à appliquer. Tout s'évalue en termes de "rentabilité" ou d' "efficacité". Le concours est donc un monde propre défini par les enseignements préparatoires et ayant ses propres lois et principes. Chez les élèves, les manifestations de l'intériorisation de cette dimension pragmatique sont nombreuses et différentes. Ils « *apprennent à devenir efficaces, rentables, et à travailler pour le concours* » (p.194), en développant de nouvelles méthodes de travail par intuition, dans l'urgence, ou grâce aux conseils des enseignants. De plus, les autres élèves jouent un rôle important dans la transmission de la disposition pragmatique, ce qui favorise son intériorisation.

À cette disposition pragmatique s'articule la disposition scientifique qui est en rapport avec les particularités disciplinaires et qui comprend plusieurs postures et conceptions. Il y a d'abord l'absolu des disciplines, de l'existence d'une discipline scientifique supérieure, en l'occurrence les mathématiques dans notre cas, irréductible aux recettes et aux concours. Ensuite, il y a le savoir-vivre de chaque discipline qui cherche à « *instaurer un rapport esthétique, moral ou intellectuel aux contenus du cours, qui n'évalue pas les pratiques ou résultats en termes de rentabilité* » (p.200). Il s'agit de mettre l'accent sur les bonnes pratiques plutôt que les savoirs ou les résultats, surtout dans les matières scientifiques, où l'excellence est définie par la capacité d'avoir une vision. Il faut ensuite considérer l'espace des disciplines qui permet la coordination et le positionnement des unes par rapport aux autres et donc l'émergence d'une légitimité disciplinaire qui dépend de la filière. Ces trois composantes convergent vers « *une posture scientifique de réflexivité* » (p.210). En effet, ce qui est enseigné est un rapport à la discipline autant qu'un contenu disciplinaire. Cette initiation à un nouveau monde, un sous-monde "scientifique" auquel les élèves vont accéder ou pas, s'accompagne de transformations marquées, parfois radicales, des dispositions scientifiques, transposant ainsi ce qui est acquis en prépa à la vie de tous les jours.

Au final, au cœur des apprentissages préparatoires, il y a une « *coexistence dans la socialisation préparatoire du schème pragmatique et [du schème] scientifique, qui constitue [...], et ce même si certains élèves intègrent une disposition au détriment de l'autre* » (p.197). Pour certains, les prédispositions sont tellement fortes à l'intériorisation de la disposition scientifique, avec une vision des disciplines associées aux professions ou même à des positions sociales, qu'ils refusent le schème socialisateur pragmatique. Il est possible que la résistance cède progressivement pour permettre une intériorisation de la disposition pragmatique par habitude, ou non, ce qui se reflète par des difficultés de méthodes de travail, de gestion du temps et d'organisation indépendamment du niveau de

réussite. Dans le cas contraire, c'est « *le rentable ou l'efficace qui l'emporte sur le goût de la science* » (p.226), il s'agit donc d'élèves qui n'intériorisent pas la disposition scientifique. Enfin, le troisième cas est celui des élèves qui ne réussissent à intérioriser aucune des deux dispositions. Ces élèves se réorientent en cours d'année ou à la fin de la première année vers un parcours universitaire plus centré sur le savoir ou vers des formations professionnelles de moindre ambition théorique. « *Du point de vue de la socialisation préparatoire [...] la recette et la science sont bien des normes inculquées dont on apprend à respecter les règles en prépa. [...] C'est l'alliance du pragmatique et du scientifique qui tient une place tout à fait centrale dans les savoirs préparatoires.* » (p.238).

Le dernier chapitre de l'ouvrage compare les deux filières, scientifique et commerciale. En général, il est commun de supposer une identité commune aux CPGE en oubliant les différences qui existent d'une part entre les différents lycées (en particulier « *entre les grands lycées parisiens et les autres*²⁴ », p.241) et d'autre part entre les différentes filières. En réalité, ces filières, qui au départ n'accueillent pas les mêmes types d'élèves du point de vue du passé scolaire et de l'origine sociale, produisent des dispositions différentes chez les élèves comme résultat des variations de socialisations préparatoires qu'elles opèrent. Nous ne nous attardons pas sur les détails, mais nous nous intéressons aux spécificités de la filière économique et commerciale dont est issu le public de notre recherche. Pour commencer, l'objectif scolaire de « *préparer les élèves à la deuxième année [...] et aux concours* » (p.244), explicitement assigné par les professeurs, se conjugue avec l'objectif de culture afin d'assurer une « *éducation totale de la personne* » (p.248). Ensuite, dans cette filière, les rapports au temps peuvent être qualifiés de « *combattifs* » (p.269), les étudiants se montrant indépendants, résistant à l'empressement et à la logique de l'urgence. Par ailleurs, le hors scolaire (la culture, les investissements associatifs, les relations sociales) joue un rôle très important, tant à l'intérieur du monde scolaire que dans l'initiation des étudiants à la vie. Il est d'abord intégré aux réquisits scolaires de la prépa parce que cela correspond aux attentes des écoles (épreuves d'entretien de personnalité) et des professions managériales ultérieures. De plus, il y a un encouragement à une vie culturelle, voire sociale, hors prépa, ce qui conduit à une certaine distance par rapport aux disciplines et à un travail global sur la personne, qui correspond à une emprise sur et un intérêt pour chaque élève. La philosophie pédagogique spécifique à cette filière fait que les étudiants sont « *métamorphosés par la prépa* » (p.252). Il ne s'agit pas simplement d'une progression scolaire de savoir-faire et connaissances ou de changements dus à l'âge, mais plutôt d'une transformation de la personne, des relations sociales et des comportements extrascolaires. Ainsi, cette socialisation anticipatrice qui prépare aux concours et aux écoles prépare aussi à l'avenir. Les étudiants intériorisent alors une culture d'élèves de

²⁴ Le terme "autres" fait référence aux petits lycées de province et lycées intermédiaires des grandes villes.

prépa, puis une culture de futurs étudiants d'écoles et enfin une culture de futurs managers. Ces anticipations professionnelles permettent de réfuter la vision traditionnelle des classes préparatoires comme « *un monde académique coupé du monde extérieur et des exigences du marché du travail* » (p.300).

Pour conclure, Darmon remet en question plusieurs "idées reçues" sur la prépa qui se résument en cinq points correspondant aux cinq chapitres du livre: la prépa n'est pas une institution totalitaire, humiliante et oppressante ; on n'y met pas sa vie entre parenthèses ; le stress permanent n'est pas le lot de tous les élèves; ce n'est pas un lieu de « *bourrage de crâne* » (p.304) ; enfin on n'y vit pas un isolement scolaire.

2. La thèse de Rauscher

Nous nous intéressons à la thèse de Rauscher (2010) qui porte sur les professeurs des classes préparatoires et donc à travers eux sur l'institution CPGE, une institution décrite par l'auteur comme stable et prestigieuse, occupant une position particulière dans le système éducatif français et disposant « *à la fois d'un droit et d'une mission de consécration de l'excellence scolaire* » (p.10). Selon Rauscher, les enseignants des CPGE constituent un groupe particulier par son statut, appartenant à l'enseignement secondaire mais ayant la charge d'élèves du supérieur, par son histoire qui a évolué avec celle des CPGE remettant en cause à plusieurs reprises les positions et titres des professeurs, et enfin par sa mission en tant qu'« *élite au service des élites* » (p.14). À travers une étude des contours du groupe des professeurs de CPGE, il cherche à montrer comment ces enseignants, grâce à leurs caractéristiques et comportements, continuent à assurer leur rôle de formation d'élite avec le même niveau d'excellence et à préserver leur légitimité malgré la contestation du modèle des CPGE. Il adopte une approche théorique centrée sur les acteurs sociaux et fait référence aux travaux de Bourdieu ainsi qu'à la sociologie des groupes professionnels. Rauscher mène 70 entretiens semi-directifs avec des professeurs de prépas publiques et privées des trois filières S, L et EC, dans des académies franciliennes et provinciales, qu'il complète par des entretiens avec divers acteurs au contact des professeurs concernés. De plus, il réalise une enquête par questionnaires complétés en ligne par environ 10% de l'ensemble des enseignants exerçant en CPGE (recueillant plus de 800 réponses). Il a par ailleurs recours à des données générales sur les CPGE fournies par la DEPP²⁵ et le ministère de l'éducation, ainsi qu'à des sources historiques sur l'évolution des CPGE.

La première partie de la thèse (chapitres 1, 2 et 3) est consacrée à analyser le corps des professeurs des CPGE en mettant en avant ce qui fait qu'on peut le considérer comme

²⁵ Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance : exerce ses compétences d'évaluation et de mesure de la performance dans les domaines de l'éducation et de la formation ; contribue à l'évaluation des politiques conduites par le ministère de l'éducation nationale. <http://www.education.gouv.fr>

une élite. Dans son premier chapitre, Rauscher décrit les caractéristiques socioprofessionnelles qui distinguent ce groupe d'enseignants en particulier de celui des professeurs des lycées dont ils font partie administrativement, ainsi que des professeurs de l'université. Il montre que les professeurs des CPGE « *possèdent un plus grand nombre de capitaux (économiques, culturels, symboliques et sociaux) que leurs collègues du secondaire* » (p.24). Ainsi, ces professeurs ont en quasi-totalité un niveau de diplômes plus élevé que les enseignants du secondaire (plus de 90% sont agrégés) et ils sont nettement mieux rémunérés. De plus, en parallèle avec leurs enseignements en CPGE, ils sont souvent impliqués dans plusieurs cercles professionnels dans des milieux de cadres et professions intellectuelles supérieures. Ainsi, ils développent et entretiennent des relations variées avec leur environnement dans la vie professionnelle et privée, que Rauscher désigne de "capital social". Ceci permet de les « *identifier à une élite du champ des professionnels de l'enseignement secondaire* » (p.47). Par ailleurs, ces professeurs ont tendance à "s'isoler/s'éloigner" des professeurs du secondaire, y compris physiquement au sein des lycées, et à se rapprocher entre eux, notamment à travers les différentes associations des professeurs de CPGE qui leur permettent de s'informer et d'échanger des informations en rapport avec les concours. En outre, ces professeurs jouissent d'une autonomie dans leur activité quotidienne accordée par les chefs d'établissements et l'inspection qui ne leur demandent pas de rendre des comptes. Ainsi, « *le fait de former un groupe caractérisé par un entre-soi spatial, de disposer de larges marges de manœuvre vis-à-vis de sa hiérarchie et de participer à des institutions qui disent et maintiennent les principes de la singularité du groupe contribue à la reconnaissance de la place supérieure qu'occupent les professeurs de classes préparatoires, c'est-à-dire à la manifestation d'un capital symbolique* » (p.61). Néanmoins, il existe des divergences au sein de ce groupe qui résultent de différences entre les professeurs et qui en font donc "un groupe fractionné mais solidaire". En effet, l'écart prononcé entre les professeurs de Paris et ceux de province en termes de prestige et de revenu ainsi que celui existant entre les professeurs du privé et ceux du public en termes de capital économique-culturel créent des disparités sans tout de même compromettre la solidarité et l'esprit de corps propres à ce groupe. Ainsi, les professeurs des CPGE « *constituent bien un groupe de professeurs possédant toutes les caractéristiques de l'excellence dans le champ de l'enseignement secondaire* » (p.67).

À la suite d'un chapitre détaillant l'histoire des luttes de ce groupe contre diverses contestations du système des CPGE et son rapport particulier au pouvoir, chapitre que nous ne résumons pas, Rauscher restitue les trajectoires professionnelles et personnelles des professeurs de CPGE. Ainsi, il analyse les processus de recrutement et les carrières des enseignants, puis s'attarde sur le regard que portent les acteurs eux-mêmes sur leurs carrières et leur parcours biographiques. Les professeurs de CPGE sont recrutés sans concours suite à l'examen de leurs dossiers de candidatures par des jurys de spécialistes.

Une condition nécessaire est l'agrégation²⁶, à laquelle s'ajoutent les qualités pédagogiques évaluées grâce à l'expérience antérieure d'enseignement et au rapport d'inspection. Par ailleurs, les professeurs de CPGE sont recrutés surtout en début ou milieu de carrière et ne souhaitent généralement pas quitter le monde des classes préparatoires qu'ils perçoivent comme un point d'aboutissement de leur carrière. Pour la majorité, la principale motivation pour devenir enseignant dans cette institution est l'intérêt intellectuel porté à la discipline enseignée. Ainsi, être enseignant au secondaire représente pour eux un échec, avec un niveau de mathématiques insuffisant auquel s'ajoute la nécessité d'adopter des approches pédagogiques adaptées aux élèves dans lesquelles ils ne se retrouvent pas. Par ailleurs, ces professeurs ont une perception négative du monde universitaire au sein duquel ils ne souhaitent pas enseigner, trouvant les modes de recrutement et la manière de transmettre les connaissances insatisfaisants, et préférant l'enseignement à la recherche. Ils choisissent alors les CPGE qui leur permettent de concilier un niveau élevé d'enseignement et un contact important avec des élèves intéressés et travailleurs. L'origine sociale et les aspirations de ces professeurs permettent aussi de comprendre ce qui les pousse à intégrer ces institutions et à y rester. D'abord, près de la moitié des professeurs recrutés sont d'anciens bons élèves de CPGE suivie d'une ENS²⁷, ils ont ainsi un fort attachement à et une confiance en l'institution. Ensuite, il s'agit pour plus de la moitié d'entre eux d'enfants de cadres et professions intellectuelles supérieures, ayant du mal à s'identifier à l'enseignement secondaire, dont les enseignants sont vus comme appartenant à la classe moyenne qui ne correspond pas à l'avenir professionnel et social prestigieux espéré et qui peut être source de tensions. Ainsi « *les CPGE sont perçues par ces professeurs comme une institution leur permettant de combiner trois souhaits qui pourraient apparemment sembler contradictoires : avoir des liens étroits avec les élèves, dans une structure de type scolaire à laquelle leur parcours les a destinés, tout en enseignant dans les premiers cycles de l'enseignement supérieur. À cet égard, les CPGE sont présentées comme la structure idéale permettant de relier ces trois motivations fondamentales.* » (p.147). De plus, enseigner en CPGE est source de plaisirs pour les professeurs. D'abord, ils se sentent utiles et peuvent mesurer leur utilité à travers les résultats de leurs étudiants. Ensuite, ils sont reconnus par leurs étudiants comme partenaires de travail. Enfin, « *leur activité [est] susceptible de les enrichir personnellement et intellectuellement* » (p.149). Toutefois, tous ne sont pas totalement satisfaits, certains se sentent en effet déclassés en termes de positionnement professionnel et social.

²⁶ En France, l'agrégation est un concours de recrutement de professeurs de l'enseignement secondaire et de l'enseignement supérieur.

²⁷ Les Écoles Normales Supérieures sont des établissements français d'enseignement supérieur prestigieux dont la mission est de préparer des élèves se destinant à la recherche scientifique, à l'enseignement universitaire et dans les classes préparatoires aux grandes écoles, ainsi qu'à l'enseignement secondaire.

La deuxième partie de la thèse (chapitres 4, 5 et 6) interroge « *la légitimité dont peuvent se prévaloir les professeurs de classes préparatoires dans la formation des élites à laquelle ils participent* » (p.159). Le chapitre 4 est consacré à l'étude d'un aspect du travail des professeurs de CPGE, celui de "gardien des formations d'élite", tandis que le chapitre 5 porte sur le second aspect caractéristiques du travail des professeurs, l'activité de formation proprement dite. Pour le premier aspect, « *les professeurs de classes préparatoires occupent ce rôle [gardien des formations d'élites] à deux moments-clefs : en amont (lors de la sélection des élèves de classes terminales en CPGE) et en aval (à l'égard des Grandes Écoles, par la canalisation des préparonnaires recrutés vers ces structures d'excellence)* » (p.167). Même si la politique de l'Éducation Nationale vise une unification et une standardisation des critères de sélection des élèves dans les différentes classes préparatoires, la réalité sur le terrain n'est pas si objective. Du point de vue des étudiants, même si les notes et appréciations qui figurent sur les dossiers d'admission sont les principaux critères de sélection, elles ne sont pas suffisantes pour juger un élève "bon" pour une CPGE. En effet, de nombreux professeurs recruteurs s'intéressent davantage aux réserves dont ils disposent qu'au niveau scolaire. Ainsi, les élèves sont encouragés à compléter le dossier standard par toute information qui peut mettre en valeur des dispositions telles que la flexibilité, la créativité, l'adaptabilité... Certains comportements très académiques au lycée ne sont pas appréciés, les professeurs préférant un élève qui « *n'a pas donné le maximum de lui-même dans l'enseignement secondaire* » (p.173) à un "travailleur" par exemple. Ceci fait écho avec la description du processus de sélection chez Darmon (2013), qui précise que le but du recrutement est de rechercher des dispositions adéquates académiques et de caractère, ainsi qu'une énergie latente plutôt que mobilisée, afin de sélectionner une population à mettre au travail. Ainsi, les professeurs doivent être capables de prévoir quels élèves seront bons en prépa et sur lesquels l'institution aura un maximum d'influence. Du point de vue des recruteurs, les professeurs des lycées moins prestigieux doivent avoir des démarches actives d'information et recrutement, voire même de "captation". Ils peuvent se trouver obligés de recruter des élèves qui autrefois n'auraient pas été admis afin de remplir leurs classes, tandis que les grandes prépas captent les meilleurs étudiants. Par ailleurs, les professeurs jouent aussi un rôle primordial dans la canalisation des élèves vers les Grandes Écoles grâce aux contacts qu'ils établissent et mobilisent. Ainsi, les élèves des CPGE les plus prestigieuses sont ceux qui intègrent le plus souvent les plus grandes écoles, grâce à l'investissement de leurs professeurs dans le processus de canalisation et l'établissement d'un réseau de relations avec les Grandes Écoles. A contrario, les professeurs des petites prépas ou CPGE périphériques sont d'habitude moins ambitieux quant aux admissions de leurs étudiants et par conséquent moins investis dans le processus de canalisation, leurs étudiants intègrent peu les très Grandes Écoles.

Rauscher s'attarde ensuite sur « *la socialisation opérée par les enseignants [...] prenant précisément en compte les valeurs que les professeurs cherchent à transmettre [...] [afin de comprendre] comment ces dernières sont susceptibles de prendre corps dans les pratiques en classe* » (pp.233-234). Il étudie alors l'activité des professeurs de façon à « *voir ce qui les différencie et les rapproche de leurs collègues* » (p.234). Il analyse la manière dont les professeurs "font la classe", c'est-à-dire la conception du cours et du cadre pédagogique pour la transmission des connaissances, mais aussi la fabrication du rapport avec les élèves qui permet cela. En CPGE, l'enseignement se rapproche au niveau de la forme de celui du primaire et secondaire plutôt que du supérieur, la principale différence étant que les besoins d'autorité sont moindres en prépa, l'ordre scolaire est établi en classe par l'institution. De plus, le public des CPGE étant strictement sélectionné, les élèves et professeurs sont généralement issus des mêmes milieux sociaux²⁸, ce qui fait que « *la classe partage (ou aspire à partager) les mêmes valeurs et références culturelles* » (p.238) que le professeur. En outre, les professeurs disent apprécier les élèves avec qui ils s'engagent dans une relation horizontale « *caractérisée par le partage d'un même esprit de corps* » (p.239) et d'un objectif commun, la préparation du concours. Cette relation personnalisée permet que s'établisse une confiance entre les différents partenaires. Ensuite, la perspective du concours impose un respect de l'autorité du professeur qui détient les ressources déterminantes pour l'intégration aux Grandes Écoles. Par ailleurs, la transmission des connaissances adopte la forme d'un enseignement très traditionnel qui fait moins appel à des pédagogies actives ou différenciées que dans le secondaire. Il est alors possible de désigner l'activité en CPGE de « *conservatoire des pratiques pédagogiques les plus traditionnelles* » (p.244). Néanmoins, les professeurs disposent d'une marge de manœuvre assez large et propice à l'innovation en dehors du cadre du cours formel. Par exemple, les colles, moment privilégié de contact direct avec l'élève « *constituent des espaces au sein desquels les professeurs peuvent développer un enseignement adapté à chaque élève* » (p.247). Ainsi, « *les CPGE permettent [aux professeurs] de concilier un enseignement très centré sur des contenus disciplinaires de haut niveau en cours et un aspect relationnel, plus développé que dans les universités ou dans d'autres structures de l'enseignement supérieur, spécialement dans toute la partie hors cours* » (p.248), ce qui n'est pas le cas dans le secondaire. Cet aspect relationnel correspond à l'aspect humain mis en avant par Darmon (2013).

Dans la suite, Rauscher explore l'existence d'un modèle d'enseignement « *compris comme un ensemble de normes [...] propres aux CPGE* » (p.250) qui structurerait les pratiques malgré la diversification des publics et des enseignants. Il a recours à la triade de Sirinelli, l'entraîneur, l'éveilleur et le maître, afin d'élaborer une question aux

²⁸ Rauscher n'a sans doute pas pris en compte les prépas de voie technologique, puisque son constat ne correspond pas au public concerné par notre recherche.

enseignants de son étude, leur demandant de s'identifier avec la meilleure description du rôle du professeur de CPGE parmi les trois modèles proposés. Il en ressort que la plupart des enseignants se voient soit comme entraîneur « *qui doit permettre à ses élèves d'être préparés intellectuellement et psychologiquement à passer les épreuves du concours* », soit comme éveilleur « *qui doit ouvrir des perspectives que ses élèves exploreront par la suite* » (p.254), montrant ainsi que les professeurs de CPGE ne sont pas exclusivement sur le mode de la transmission de savoirs (maître). Nous pouvons ainsi situer le rôle de l'éveilleur en termes de coexistence des deux dispositions au cœur des apprentissages préparatoires évoquées par Darmon (2013) : la disposition pragmatique que chercherait à développer un entraîneur et la disposition scientifique plus prioritaire pour un maître. Il s'avère aussi que le premier modèle (entraîneur) est le choix dominant en filières scientifique et commerciale, tandis que le second (éveilleur) l'est en filière littéraire, mais Rauscher ne prend pas en compte la multiplicité des disciplines dans chaque filière. Toutefois, certains enseignants ne se reconnaissent pas dans un seul de ces modèles « *estimant que toutes les dimensions présentées étaient susceptibles de décrire correctement ce qui structurait leur activité* » (p.256). À travers le discours des enseignants, Rauscher cherche aussi à décrire leur dévouement à l'institution et leur description de leur pratique. L'analyse révèle un engagement de la part des enseignants, "total mais pas sacrificiel", envers la vie et la personne des étudiants et non simplement une transmission de connaissances scolaires, ainsi qu'un accompagnement qui dépasse le cadre du lycée et de la réussite aux concours pour assurer une formation totale de la vie future des élèves, et qui est source de plaisir et d'épanouissement pour les enseignants. À plusieurs reprises, les enseignants soulignent que le savoir n'est pas une fin en soi, il s'agit plutôt de mettre « *en relation les savoirs et les savoir-faire de ses élèves avec les positions professionnelles sur lesquelles les concours qu'ils vont passer sont appelés à déboucher* » (p.267). Nous retrouvons alors l'importance de l'éducation totale et de l'initiation à la vie professionnelle que décrit Darmon (2013).

Rauscher consacre son dernier chapitre à l'étude de la position des professeurs face aux questions d'internationalisation et d'ouverture sociale des CPGE qui remettent en cause les fondements de l'institution CPGE, son caractère sanctuarisé si bien conservé jusque là, et par conséquent le rôle et les pratiques de ses enseignants. Les choix et justifications des professeurs sont analysés en prenant en compte la matière enseignée, le lycée au sein duquel ils exercent, leur parcours social et professionnel et leur perception du rôle du professeur et des CPGE. Il semble alors que l'ouverture internationale ne soit pas une priorité pour les professeurs de CPGE. Quant à l'ouverture sociale, la majorité des professeurs interrogés sont pour le changement, citant comme solutions les plus communes le développement des CPGE de proximité, surtout chez les professeurs de

matières scientifiques exerçant dans de petites prépas, et en second lieu des CPES²⁹, solution plus répandue parmi les professeurs de matières littéraires ou sciences humains exerçant dans des établissements prestigieux. Enfin, sur un plan plus global, Rauscher souligne l'attachement des enseignants à l'institution CPGE qui n'empêche toutefois pas une certaine flexibilité au niveau de leurs pratiques. Ainsi, en cas de remise en cause du modèle des CPGE, les enseignants « *tentent d'adapter des éléments du modèle dans lequel ils croient à la réalité de leur exercice, bénéficiant de larges marges de manœuvre au sein de l'institution dans laquelle ils exercent. Ces derniers se présentent ainsi non comme soumis aux normes d'un modèle, mais susceptibles de les faire évoluer pour en conserver la légitimité.* » (p. 312).

3. Le livre de Daverne et Dutercq

Dans leur livre, *Les bons élèves. Expériences et cadres de formation* (2013), Daverne et Dutercq s'intéressent aux stratégies des lycéens et des élèves de CPGE qui visent à assurer leur réussite scolaire, ainsi qu'aux approches pédagogiques des établissements et enseignants qui les accueillent. Les auteurs cherchent à déterminer qui sont les "bons élèves" de CPGE de nos jours qu'ils décrivent comme « *une nouvelle population de bons élèves, motivés, intéressés, mais forts éloignés du modèle d'excellence* » (p.7) en les comparant notamment avec les "héritiers" de Bourdieu. Ils analysent leurs profils sociaux et leurs parcours académiques en explorant les facteurs qui déterminent leurs choix d'orientation vers les CPGE. D'une part, ils recherchent les dispositions et stratégies qui caractérisent ces élèves et d'autre part, ils étudient l'impact de l'investissement familial et des interventions des enseignants sur leurs choix. Ensuite, les auteurs se penchent sur les exigences des CPGE ainsi que les conditions de travail des élèves qui intègrent ces filières sélectives, en se focalisant sur les relations "démystifiées" qui se développent entre les élèves et les professeurs, afin de mettre en avant ce qui favorise la réussite des bons élèves. Ainsi, leur étude porte sur une période capitale et déterminante de la vie des élèves : la fin de l'enseignement secondaire et le début de l'enseignement supérieur. Ils mènent une première enquête par entretiens auprès de bons élèves issus de classes sociales moyennes supérieures, scolarisés en classe de Terminale dans de très bons lycées ou en CPGE à Paris, Nantes et Rouen, concernant leurs parcours scolaires et leurs motivations. Une deuxième enquête concernant les inégalités socio-spatiales et les politiques de recrutement est réalisée dans des établissements à CPGE dans la région des Pays de la Loire. Ces établissements sont diversifiés en termes de leur attractivité (lycées bastions, périphériques et de second rang), leur répartition géographique et les filières qui y sont proposées. Cette enquête par entretiens et questionnaire en ligne s'est adressée à des professeurs de différentes disciplines qui enseignaient dans ces établissements ainsi

²⁹ Classes Préparatoires aux Études Supérieures : il s'agit de classes post-bac destinées aux élèves issus notamment de lycées situés en zone d'éducation prioritaires et aux bacheliers boursiers qui les préparent en un ou deux ans à poursuivre des études dans l'enseignement supérieur afin d'intégrer ensuite une CPGE.

qu'à des élèves. Pour ces derniers, les auteurs ont privilégié les données obtenues concernant des élèves issus de classes populaires et moyennes et ayant de bons résultats scolaires, en s'intéressant aux détails de leurs parcours scolaires. L'ouvrage comporte deux parties : la première concerne l'orientation des lycéens vers les CPGE, la deuxième porte sur les relations entre les bons élèves et les enseignants en CPGE.

Les auteurs s'intéressent en premier lieu aux nombreuses disparités qui existent au sein des CPGE en termes du recrutement des élèves. Ils considèrent les inégalités scolaires, sociales, culturelles, sexuelles ainsi que géographiques qui touchent la population des étudiants de CPGE, influençant les choix d'orientation des lycéens ainsi que les politiques de recrutement des établissements. Daverne et Dutercq attribuent ces différences à une insuffisance au niveau de la diffusion de l'information concernant les formations de l'enseignement supérieur et le système de recrutement. En résulte que de nombreux élèves se trouvent pénalisés ou défavorisés ; il s'agit essentiellement des élèves des filières technologiques en comparaison avec les filières générales, des élèves de milieux populaires, des élèves des lycées excentrés, périphériques ou de province, des élèves issus d'établissements publics ainsi que des filles plus que les garçons. Les auteurs postulent alors que *« pour les bons élèves issus des classes populaires et des classes moyennes, la réussite au-delà du baccalauréat dépend de circonstances particulières, de rencontres et de conseils dont ils ont bénéficié ou de stratégies que leurs parents ont été malgré tout capables de déployer »* (p.31). Ils se penchent ensuite sur les diverses mesures mises en place depuis plusieurs années afin de promouvoir les filières sélectives en insistant sur leur ouverture à tous les étudiants *« travailleurs et motivés »* indépendamment du milieu social et de l'établissement d'origine. Ainsi, de nombreux efforts sont déployés pour diversifier le recrutement des élèves notamment l'ouverture de CPGE supplémentaires dans des villes moyennes ou en périphérie des métropoles ainsi que des CPGE de proximité en dehors des grandes villes, la mise en place de quotas de bourses pour en atténuer les disparités socioéconomiques et réduire l'autosélection des élèves, et l'instauration d'une nouvelle procédure de recrutement en CPGE (depuis 2003). Par ailleurs, plusieurs établissements ont pris des initiatives en termes de l'accompagnement local des étudiants visant à la démocratisation de l'enseignement et à la promotion de l'égalité des chances, en adaptant des méthodes pour la réussite de tous les élèves. Si ces mesures ne mènent pas encore aux objectifs espérés, elles permettent néanmoins une diversification du public des CPGE, élargissant ainsi le vivier des bons élèves.

Ensuite, Daverne et Dutercq cherchent à expliquer comment certaines valeurs et pratiques éducatives familiales, associées au travail des lycéens, contribuent à faciliter la réussite des bons élèves, qui *« ne constituent plus une catégorie aussi homogène que dans un passé récent [...] et] produisent des performances scolaires de bonne qualité sans*

être exceptionnelles » (p.7), et déterminent leurs choix de filières. Ils mettent en avant un engagement parental bienveillant et non exclusivement focalisé sur la performance scolaire, un soutien moral et une éducation de la personne, ainsi qu'une implication dans l'organisation des loisirs et activités extrascolaires. Cette implication familiale a pour objectif autant une incitation constante au travail qu'une responsabilisation du jeune en le conduisant vers une autonomie (sous contrôle) et en lui apprenant à surmonter les difficultés et contraintes, et surtout en l'entourant avec amour et en le valorisant. Le parcours académique de la fratrie et la famille élargie joue aussi un rôle dans les choix de poursuite de scolarité des jeunes. Par ailleurs, les auteurs soulignent les différences qui existent dans la forme prise par la mobilisation familiale selon les milieux sociaux dont sont issus les jeunes, et qui dépendent du capital économique et culturel détenu. Pour les familles de lycéens d'origine populaire, cette mobilisation prend la forme d'une « *bonne volonté culturelle* » en se focalisant sur « *la valorisation du travail, de l'effort et du sérieux* » (p.54) et en cherchant à assurer les meilleures conditions de travail. En s'inspirant de divers travaux français sur la population lycéenne, les auteurs cherchent à déterminer les caractéristiques des "bons élèves" en termes de leur posture à l'égard des savoirs et du travail scolaire qui déterminent leurs choix de formation et leurs aspirations d'excellence scolaire. Ils dégagent trois profils de bons lycéens : les travailleurs dont l'investissement se définit par la juste mesure, l'autonomie et la stratégie ; les lycéens dont l'engagement scolaire, assez faible mais rentable, se traduit par des résultats excellents ; les lycéens qui mènent un travail soutenu et intense récompensé par de bons résultats mais pas les meilleurs. Ils concluent ensuite qu'une grande partie des étudiants de leur enquête appartiennent à une catégorie hybride déduite des typologies traditionnelles : il s'agit d'élèves « *qui se mobilisent dans les études pour s'élargir l'esprit sans exclure une visée stratégique* » (p.64).

Les auteurs soulignent le fait que les choix d'orientation des élèves et la mobilisation du travail scolaire dépendent de l'origine sociale, de leur lieu de résidence et de leurs représentations du monde qui déterminent leurs ambitions d'avenir professionnel. Un premier obstacle qui se pose est l'autocensure que s'appliquent certains élèves. Par exemple, de nombreux élèves de milieux modestes renoncent aux filières et établissements prestigieux qu'ils considèrent réservés aux élites sociales, ou encore les lycéens des petites villes de province ne tentent pas les parisiennes par peur de la concurrence ou encore pour des raisons financières et logistiques, malgré leurs bons dossiers. L'autocensure est renforcée par le discours familial, celui des enseignants ainsi que le discours commun des pairs. Ainsi, les élèves opèrent des choix psychologiques et stratégiques, visant à maximiser leurs chances de réussite et à « *satisfaire leur soif de connaissances et un épanouissement personnel* » (p.72) au moindre coût. Ensuite, une fois l'autocensure levée, les élèves choisissent les classes préparatoires et les concours toujours en suivant les conseils des enseignants et de la famille qui constituent la source

principale d'information, ainsi qu'en fonction de leur projet professionnel. Un atout des CPGE réside dans la pluralité et l'ouverture des formations offertes qui permettent d'éviter une spécialisation académique qui risquerait d'enfermer les élèves dans un parcours sans alternatives. Face aux incertitudes du monde du travail, les élèves préfèrent opter pour une formation polyvalente dans des filières qui ont, en plus de l'objectif primaire de la préparation au concours, « *des préoccupations généralistes et privilégient l'acquisition d'une culture générale* » (pp.2-3), offrant ainsi des débouchés de carrière plus variés qui permettent une conciliation de la vie professionnelle et personnelle à laquelle aspirent les bons élèves.

Malgré la transition lycée – classes préparatoires rassurante, stimulante et enrichissante, les étudiants vivent des moments de déstabilisation, qui restent cependant nettement moins marqués que ceux de l'entrée à l'université. Ces moments sont le résultat « *d'une modification des repères antérieurs [au niveau] des attentes des professeurs, résultats scolaires, contenus d'apprentissage, mobilisation dans les études et cadre de vie* » (p.81). Ils sont alors « *contraints d'acquérir de nouvelles méthodes de travail, de se responsabiliser et de mettre entre parenthèses, au moins temporairement, leurs activités de loisirs et leurs sociabilités juvéniles* » (p.81). Contrairement aux idées reçues, les CPGE sont perçues par les élèves comme un lieu de fort encadrement pédagogique rassurant, de solidarité, d'entraide et d'ambiance chaleureuse, la compétition n'existant que dans quelques prépas élitistes. Cependant, certains élèves vivent la rupture moins bien que d'autres, n'étant pas suffisamment préparés aux exigences des CPGE. À l'arrivée, les étudiants subissent un effondrement des notes et des évaluations péjoratives de leurs compétences alors qu'ils avaient l'habitude d'avoir de très bons résultats au lycée. Si certains vivent mal la déception, d'autres se rendent vite compte de la nécessité de doubler les efforts et apprennent à relativiser les résultats qui deviennent une source de motivation pour le travail plutôt qu'un obstacle. Par ailleurs, la grande majorité des élèves sont satisfaits des contenus de l'enseignement et de l'encadrement des professeurs, sachant qu'ils sont nombreux à avoir du mal à s'adapter au rythme et au niveau des exigences qui imposent une « *pression regrettée et acceptée* », rappelant ainsi l'empressement évoqué par Darmon (2013). Ainsi, « *les étudiants qui s'en sortent le mieux sont ceux qui savent se motiver et s'impliquer dans leur travail, et non pas seulement y consacrer toujours plus de temps* » (p.91). De plus, de nombreux élèves subissent un choc social et culturel en rapport avec le changement de cadre de vie et le lieu d'hébergement. Par conséquent, certains préparateurs vivent une souffrance psychologique qu'ils n'arrivent pas à surmonter, tandis que d'autres sont prêts à faire des sacrifices temporaires au détriment des études. Il s'agit notamment des bons élèves qui réussissent à instaurer des conditions et comportements qui leur permettent de gérer la souffrance et favoriser la réussite, tels que « *la constitution d'un cercle d'amis qui partagent leurs préoccupations de réussite, la capacité à équilibrer travail et loisirs ou*

encore l'aptitude à se fixer un planning de travail et des échéances personnelles » (p.96). Par ailleurs, les préparonnaires en première année doivent apprendre à travailler de façon efficace et stratégique, ce que parviennent à faire les bons élèves. Les temps de cours et de travail étant très chargés et le rythme rapide, il est nécessaire de développer une endurance, une prise de notes rapide ainsi qu'une capacité d'assimilation des contenus. De plus, les élèves sont censés acquérir des savoirs pratiques transférables au monde professionnel : rigueur, régularité, organisation, gestion de situations de travail variées, imagination pratique, flexibilité et adaptation... Ils se rendent compte alors de l'importance de la réflexion, de l'analyse et de la compréhension des savoirs transmis pour la réussite qui priment sur le "par cœur". Enfin, les élèves viennent à privilégier généralement le travail collectif, prenant conscience de ses nombreux avantages. Ainsi, les exigences de cette filière les poussent à faire des choix de stratégies rentables de travail, d'utiliser des "astuces", de mettre l'accent sur l'organisation du temps d'étude et du temps personnel, dès le premier jour de la rentrée, en fonction des contraintes scolaires quasi-ritualisées (cf. socialisation temporelle de Darmon), et de persévérer afin de développer une autonomie et prolonger le travail au-delà de ce qui est surveillé. Afin de réussir à gérer tout cela, les élèves doivent mettre leurs études en première priorité et résister aux tentations du reste : loisirs, activités sportives, culturelles, associatives et réseaux de sociabilité sont mis entre parenthèses pendant deux ans. Si de nombreux étudiants le font sans regret, c'est parce qu'ils « *considèrent que le sacrifice consenti non seulement provisoire, mais aussi [...] rentable sur le marché du travail* » (p.111).

La deuxième partie de l'ouvrage, qui nous intéresse particulièrement dans le cadre de notre thèse, est consacrée à l'analyse des relations qui se développent entre les bons élèves et leurs professeurs. Les auteurs mettent en avant la "démystification" des images réciproques qu'ont les élèves et professeurs les uns des autres, reflétant des relations entre les deux acteurs qui ne correspondent en rien aux stéréotypes des relations traditionnelles et rigides. En effet, les professeurs sont appréciés par leurs élèves pour leurs compétences disciplinaires autant que leurs qualités pédagogiques.

Les préparonnaires admirent l'intérêt intellectuel, la passion pour la discipline et les méthodes de travail transmises par les professeurs qui jouent d'abord le rôle d'accompagnateurs vers le savoir, afin de les préparer au mieux pour les concours. En outre, les élèves ressentent un fort encadrement pédagogique de la part des professeurs qui leur apportent un soutien psychologique pour les aspects académiques autant que personnels de leur quotidien. Les professeurs conseillent les élèves, les aident, les guident, les encadrent et les stimulent, sans les dévaloriser, en classe et en dehors de la classe. Il s'agit de l'aspect relationnel mis en avant par Rauscher (2010) et Darmon (2013). Se forme alors « *une communauté émotionnelle* » (p.119) qui partage les mêmes objectifs et intérêt (cf. Rauscher) à travers une proximité relationnelle informelle et un

lien de confiance. Cela n'empêche pas les professeurs de mettre les élèves sous pression, à travers un discours stratégique (référence constante aux autres écoles, aux concours, aux débouchés professionnels...) que nous pouvons associer aux figures aiguillons de Darmon (2013) et la mobilisation d'outils clefs visant des automatismes (rappels, astuces). Les élèves bénéficient donc de conditions particulièrement favorables pour la préparation des concours, avec une « *sévérité tempérée par la bienveillance et l'attention des enseignants, en particulier à l'égard des étudiants les plus en difficulté* » (p.181), ce qui fait écho avec la violence retenue de Darmon. De plus, ils entretiennent des relations chaleureuses et détendues avec les autres élèves, sans esprit de compétition, surtout en première année, où peu de clans se forment et la pression des concours nuisible à l'ambiance se sent moins qu'en deuxième année. Les élèves se réunissent en dehors des cours pour travailler mais aussi pour se conforter face aux difficultés scolaires et personnelles. Ainsi, « *si les étudiants apprécient leur formation c'est aussi en raison de la solidarité* » (p.126) qui « *se manifeste face aux exigences partagées du travail attendu [et] font de telles classes des lieux propices pour donner le meilleur de soi* » (p.181). Les CPGE sont pour eux un "microcosme" à travers lequel ils partagent un temps et des lieux de travail, des ambitions et préoccupations, un humour spécifique et une culture commune.

Du côté des professeurs, ils puisent leur source de motivation auprès de leurs élèves. En effet, pour eux, « *enseigner en CPGE leur permet de pleinement assumer leur goût de l'enseignement de leur discipline face à un public étudiant bien disposé* » (p.136). Cependant, le degré de satisfaction des professeurs varie en fonction des professeurs ainsi que des lycées. Certains recherchent le prestige dans l'enseignement supérieur ou dans les prépas élitistes où les élèves sont plus ambitieux, mais la majorité des professeurs sont globalement satisfaits, ils préfèrent l'enseignement à la recherche et ont un goût pour leur discipline couplé avec un haut niveau d'enseignement face à des élèves motivés, sérieux et reconnaissants, ce qui converge avec les résultats de Rauscher (2010). Par ailleurs, les professeurs font preuve de grande flexibilité et d'adaptation face à un public qui évolue rapidement avec la réforme et les politiques de démocratisation de l'éducation, pour devenir de plus en plus hétérogène en termes de bagage académique mais aussi de milieu social. Les professeurs doivent donc gérer des profils variés, moins bons que ceux de leur époque de formation, pour les aider à s'intégrer et se conformer aux exigences et normes de la prépa ainsi qu'aux exigences professionnelles du marché du travail. De plus, le niveau des élèves, leurs compétences, leur comportement et leurs stratégies de travail varient entre les filières en raison de leurs profils sociaux, économiques et culturels. Ainsi, les professeurs se trouvent obligés d'adapter la forme de leur accompagnement selon les profils des élèves. Ils ont alors recours à des approches plus individualisées ayant pour objectif une autonomisation progressive des étudiants grâce à des dispositifs adéquats (TP, TD et colles) et des consignes de travail spécifiques. Cette adaptation

individualisée de l'enseignement est facilitée dans les lycées périphériques et de proximité par les faibles effectifs, où les relations professeurs-élèves sont renforcées et créent une ambiance agréable. De plus, les professeurs encouragent le travail collaboratif à travers leurs conseils et les dispositifs qu'ils mettent en place (TP, TD). Il semble donc que la première préoccupation des professeurs partout reste de mettre les élèves au travail, ce qui est reflété par les supports pédagogiques et méthodologiques qu'ils utilisent ainsi que la valorisation de la dimension relationnelle et la communication.

Les auteurs consacrent le dernier chapitre au dispositif des colles, souvent considéré comme « *le secret de la réussite de la scolarité en classe préparatoire* » (p.182). Ce dispositif privilégie une relation particulière de proximité et de familiarité entre les élèves et les professeurs. En plus de la préparation aux épreuves orales des concours, les colles ont plusieurs objectifs pédagogiques et relationnels pour les professeurs et les élèves. Pour les premiers, ce dispositif reste une spécificité des classes préparatoires qui leur permet d'évaluer et de comprendre les difficultés des étudiants pour y remédier. Pour les élèves, malgré le stress qu'elles imposent, les colles les obligent au travail régulier, elles les font progresser en leur permettant de détecter les lacunes au niveau des méthodes ainsi que des notions théoriques. C'est aussi l'occasion de demander des explications supplémentaires aux colleurs qui encouragent le dialogue et s'adaptent aux besoins et aux niveaux des élèves. Ainsi, les colles ont une double fonction sommative et formative. Elles créent des moments d'accompagnement individualisé, d'échanges et de conseils et permettent l'acquisition de compétences d'ordre pratique et des savoir-faire indispensables pour la vie professionnelle tel que l'apprentissage de l'oralité et la restauration de la confiance en soi. Ces dispositifs restent cependant un moment d'évaluation à travers lequel des notes sont attribuées pour récompenser un comportement positif des étudiants autant que pour indiquer une maîtrise de connaissances ou de savoir-faire, tout en évitant de provoquer des déceptions. Ainsi, les notes en général et la façon dont les professeurs les conçoivent vont au-delà de l'objectif d'une notation pour évaluer.

Les CPGE seraient donc une combinaison propice du lycée et de l'enseignement supérieur, grâce à leur cadre d'étude protégée, leurs effectifs limités, les enseignants reconnus et proches, l'accompagnement assuré et l'implication des élèves dans leur propre apprentissage. Elles permettent « *une socialisation par conversion qui conduirait, à travers un processus à la fois psychologique et institutionnel, à la substitution d'un habitus à un autre, au moins pour une partie d'entre eux* » (p.8). En effet, en plus des ressources disciplinaires et pédagogiques développées et personnalisées pour eux, les élèves « *doivent prendre en main une bonne partie des connaissances qui leur seront demandées lors des concours, en faisant preuve de curiosité intellectuelle et d'ouverture culturelle, qui restent l'apanage de "vrais" bons élèves* » (p.182). Le succès renouvelé des étudiants intégrant les CPGE confirme qu'ils y trouvent « *un cadre très propice à la*

consolidation de leur formation de lycéens, quelle qu'en ait été la réussite, à la réassurance face aux incertitudes futures et à la construction progressive d'un projet réaliste » (p.2). Le principal avantage des classes préparatoires assurant la réussite des élèves réside dans le fait que « *les jeunes voient dans ce monde [...] un espace protégé où les interrelations avec les enseignants et les autres étudiants sont riches et stimulantes et où l'orientation est dans l'ensemble positive* » (p.126). Les relations sont fondées sur une reconnaissance réciproque entre les professeurs et les étudiants et permettent un encadrement et suivi des étudiants. Ainsi, pour conclure, Daverne et Dutercq posent la question des conditions nécessaires à la généralisation du modèle pédagogiquement efficace des CPGE aux autres filières non sélectives, notamment l'enseignement universitaire.

SECTION 3 : DESCRIPTIF GLOBAL DU PUBLIC DE L'ÉTUDE

1. Choix du public de l'étude

Le travail de thèse se centre sur les étudiants en première année de classes préparatoires aux écoles de commerce (filière EC). Le choix de la filière EC est en premier lieu un choix opportuniste en rapport avec notre parcours personnel. En effet, venant d'un monde académique différent³⁰ sans une bonne connaissance des prépas, et enseignant dans une école de commerce parisienne réputée, il paraissait plus raisonnable de choisir comme terrain de recherche une filière de prépa avec laquelle nous avions un certain contact par l'intermédiaire de notre pratique professionnelle. Inversement, la thèse devenait aussi pour nous une occasion de mieux connaître le parcours des étudiants auxquels nous avions affaire. Ensuite, ce choix est en rapport avec le travail de Castela qui porte sur les prépas MP³¹ (cf. chapitre II) et dans la continuité duquel se situe cette thèse. Le fait de s'intéresser à un public ayant nécessairement des rapports différents aux mathématiques et avec des enseignements beaucoup plus variés que celui de la filière S nous permet d'élargir le domaine d'exploration du travail sur les prépas avec une nouvelle étude de cas. Dans cette même perspective, nous avons cherché à tirer profit de l'existence de trois voies au sein de la filière EC, différentes en termes de recrutement, d'enseignements et de résultats. Toutefois, n'ayant pas pu avoir accès à la voie économique pour des raisons d'ordre pratique que nous exposons dans la suite, nous nous contentons d'une comparaison entre les voies S et T. Enfin, nous avons choisi les étudiants en première

³⁰ Avant la thèse en France, nous avons effectué la totalité de nos études au Liban. Après avoir obtenu le baccalauréat français dans un lycée international à Beyrouth, nous avons poursuivi nos études supérieures à l'Université Américaine de Beyrouth, où nous avons obtenu une Licence en Mathématiques et un diplôme d'enseignement secondaire en Mathématiques, suivis d'un "Masters in Mathematics Education". Ainsi, le système des CPGE nous était peu connu.

³¹ MP pour Mathématiques - Physique, l'une des voies d'orientation en deuxième année de prépa de la filière scientifique des CPGE, dite Mathématiques spéciales (Maths Spé).

année situant ainsi notre travail à la transition secondaire-supérieur, thème qui intéresse beaucoup de chercheurs. Ainsi, nous nous focalisons sur ces étudiants qui font face à une rupture marquée, voire un choc, dans le passage de l'institution lycée à l'institution CPGE, suscitant nécessairement une évolution et adaptation de leur part.

Une fois le choix du public fait (étudiants de CPGE en première année de la filière EC), il a fallu trouver des étudiants afin de mener notre étude. Nous avons alors cherché des professeurs de mathématiques en filière EC sur la région parisienne ou en Ile-de-France (pour des raisons de praticité des déplacements) qui nous donneraient accès à leurs classes. Ainsi, en Mars 2011, un professeur de prépa de mathématiques que nous connaissions a lancé un appel sur la liste de l'APHEC³². Uniquement quelques professeurs ont répondu à cet appel³³. Ils nous ont à leur tour mis en contact avec des collègues du même lycée ou d'autres lycées correspondant à nos critères, que nous avons alors contactés par mail. Finalement, nous avons réussi à nouer des contacts avec trois professeurs de mathématiques de prépa EC (H.C., F.M. et L.D.³⁴), auxquels s'est ensuite ajouté un quatrième (Z.H.)³⁵, de trois lycées de la région parisienne et sa banlieue proche (B, D et K)³⁶. Deux de ces professeurs (L.D. et F.M.) enseignent les mathématiques en voie S et le troisième (H.C.) en voie T, mais aucun en voie ES.

Les autres professeurs que nous avons tenté de contacter sont restés silencieux face à notre demande, un silence qui peut s'interpréter comme une méfiance, un désintérêt ou

³² Association des professeurs des classes préparatoires économiques et commerciales (autrefois appelées classes HEC d'où l'acronyme APHEC).

Il est important de signaler que les associations des professeurs (dont l'APHEC) ont joué tout au long de l'histoire des prépas et continuent à jouer un rôle important auprès des professeurs de prépas. En effet, les professeurs ont une forte identification à ces associations qui définissent les normes, valeurs et identité de leur groupe professionnel. C'est grâce à ces associations que les professeurs de prépas forment un réseau qui leur permet de rester informés sur les concours, les écoles et le recrutement ainsi que de nouer des contacts avec les autres professeurs, les jurys, ainsi que les Grandes Écoles, la mobilisation des professeurs étant indispensable à l'intégration des élèves dans les écoles (Rauscher, 2010).

³³ Le premier (F.J.) était professeur de mathématiques en deuxième année de prépa dans un lycée parisien. Il nous a mis en contact avec le professeur de mathématiques en première année dans son lycée avec qui s'est poursuivi le travail, ainsi qu'un autre professeur de prépa T. Suite à ce premier contact, il a réussi à obtenir l'accord du proviseur pour nos visites ultérieures dans son lycée mais n'a plus été directement concerné par notre étude puisqu'il n'enseignait pas en première année. Il est quand même resté notre liaison avec son lycée, nous a fourni à plusieurs reprises des informations nécessaires et nous a accueilli dans son cours.

Le deuxième (L.D.), professeur de mathématiques en première année de prépa dans un lycée en banlieue parisienne, a été impliqué dans notre étude.

Deux autres professeurs ont répondu à cet appel. Toutefois, se situant à des centaines de kilomètres de Paris, nous n'avons pu les inclure dans notre étude pour des raisons de praticité.

³⁴ Dans ce qui suit, nous désignons les professeurs par leurs initiales sans dévoiler leurs noms ni leur genre (masculin partout) pour des raisons de confidentialité.

³⁵ En raison du départ de F.M. à la fin de la première année de l'étude (juin 2012) qui a été remplacé par un nouveau professeur (Z.H.).

³⁶ Dans ce qui suit, nous désignons les trois lycées par les lettres B, D et K respectivement, ne pouvant dévoiler les noms des lycées pour des raisons de confidentialité.

simplement une indisponibilité³⁷. En effet, les professeurs impliqués dans notre étude nous ont confirmé a posteriori lors d'entretiens³⁸ que leurs collègues qui nous ont évité n'avaient peut-être pas envie de s'impliquer et d'avoir quelqu'un dans leur classe qui discute avec leurs étudiants et « *se sentent éventuellement en danger si ça se produit* » (H.C. professeur de mathématiques à B), ou que c'est aussi simplement par manque de temps ou d'intérêt : « *Voilà, ils n'ont pas envie de s'impliquer. Puis je pense qu'il y a une petite méfiance sur le regard, enfin mes collègues profs pas colleurs c'est vraiment la méfiance d'une inspection, que tu vas faire comme une inspectrice qui va dire, enfin c'est de ça qu'ils ont peur. Au début j'avais essayé de les inciter parce que je me suis dit que pour une étude c'est bien d'avoir les trois classes quand même au même endroit, mais bon ils veulent pas ils veulent pas. Et pour les colleurs je pense qu'il y en a un qui n'a pas le temps, et je pense que ma collègue plus âgée c'est vraiment dommage, je ne sais pas pourquoi peut-être elle est pas intéressée. Je pense qu'il y a un regard déjà des profs envers les études faites sur l'enseignement, ils sont globalement très méfiants, enfin je ne sais pas quel accueil tu reçois là-dessus mais c'est toujours très... par exemple quand il y a des formations au lycée sur l'absentéisme, la ponctualité, tu vois des thèmes comme ça qui sont faits par des observateurs extérieurs, c'est toujours hyper mal vécu, hyper mal perçu, parce que tu vas t'entendre dire des choses par quelqu'un qui n'a pas fait qui n'est pas dans ta situation, alors que, je pense qu'il y a cette attitude.* » (L.D. professeur de mathématiques à K). Ce dernier commentaire nous renvoie vers la thèse de Rauscher (2010). Ce dernier précise que plusieurs professeurs concernés par sa recherche ont eu la même attitude, il cite un exemple en particulier : un professeur impliqué dans sa recherche lui dit : « *je vous ai répondu oui [pour que l'entretien ait lieu] parce que vous m'avez dit que c'est pour votre thèse. Si ça avait juste été pour une recherche de Sciences-Po, il est clair que je n'aurais pas accepté* » (p.150).

Il est ainsi évident que la sélection de notre public, les étudiants ainsi que les professeurs qui participeront à notre enquête, n'a pas été uniquement déterminée par des raisons scientifiques alignées avec notre problématique. En effet, nous avons été obligées de nous adapter aux contraintes issues de la réalité de ce que nous voulions étudier. Ainsi, la contrainte de la localisation géographique des lycées et le nombre réduit de professeurs qui ont répondu à l'appel lancé sur la liste de l'APHEC ont limité dès le début nos choix d'établissements. De plus, le silence des autres professeurs contactés nous a imposé le choix des deux voies (S et T en éliminant donc la voie ES) et des classes (une classe par lycée) et en conséquence des étudiants concernés par l'étude.

³⁷ Nous nous heurtons à ce même problème avec certains colleurs des lycées en question dans la suite de l'enquête.

³⁸ Nous revenons en détails sur ces entretiens, auxquels nous faisons référence à plusieurs reprises dans la suite, dans le chapitre IV concernant la méthodologie.

2. Contrat de recherche avec les professeurs

Suite aux échanges de prise de contact par mail, nous avons obtenu l'accord des trois professeurs en question (L.D., H.C. et M.F) pour nous rencontrer. Nous les avons alors rencontrés en juin 2011³⁹ afin de présenter notre projet de recherche, obtenir leur engagement envers une collaboration prévue sur les deux années à suivre et nous faire accepter dans leurs classes⁴⁰. Nous avons expliqué que notre projet portait sur le travail personnel des étudiants et non leur enseignement afin de les rassurer, en précisant que notre intervention dans leurs classes ne demanderait pas beaucoup de temps (deux visites par année d'une vingtaine de minute chacune) et serait complétée par des discussions/entretiens avec les étudiants en dehors des cours. À cela s'ajouterait une présence occasionnelle en classe qui ne perturberait pas le cours et se limiterait à l'observation du déroulement de la séance, ainsi qu'éventuellement des demandes de renseignements tout en évitant de les solliciter très souvent. Il faut rappeler que les journées de cours sont très chargées comme nous l'avons déjà précisé : entre 30 et 34 heures de cours par semaine auxquelles s'ajoutent les interrogations écrites et orales. De plus, le rythme des cours est très intense, les professeurs étant tenus de finir les programmes destinés au concours. Ceci requiert une quantité de travail spectaculaire de la part des étudiants et une lourde préparation pour les professeurs. Ainsi, il était préférable que nos interventions pendant et même en dehors des heures de cours soient ponctuelles et brèves, le temps étant très précieux en prépa.

Les professeurs se sont alors montrés enthousiasmés par la perspective de collaborer à une recherche portant sur un sujet qui les questionne au quotidien, en espérant que cette recherche mène à des résultats qui feraient évoluer le travail des étudiants : *« j'estime que c'est nécessaire de transmettre un petit peu de choses, de faire avancer les choses »* (H.C. professeur de mathématiques à B).

Suite au départ de F.M. qui a quitté son lycée (K) en Juin 2012, nous avons cherché à rencontrer le quatrième professeur Z.H. qui le remplaçait. Nous avons été mises en contact avec lui grâce à F.J. qui l'a informé du projet en cours. Ainsi, comme pour les trois autres professeurs, nous l'avons rencontré à la rentrée en Septembre 2012 afin de lui présenter notre projet et avons obtenu son accord pour poursuivre la collaboration avec nous.

³⁹ Soit vers la fin de la première année de thèse, sauf pour Z.H. que nous avons rencontré en Septembre 2012.

⁴⁰ Il faut préciser que sans être issus d'une CPGE (contrairement à Darmon et Rauscher par exemple), le fait d'intervenir dans une école de commerce parisienne réputée a eu un rôle positif, voire "facilitant", auprès des professeurs. En effet, cette position nous a permis de gagner leur confiance aisément en les rassurant sur l'absence de malveillance a priori à l'égard des classes préparatoires. En revanche, nous avons caché nos fonctions aux étudiants, qui pourraient voir en nous un recruteur ou un futur professeur, pour éviter d'influencer leurs réponses.

3. Les établissements

Notre étude porte donc sur des étudiants issus des trois lycées (B, D et K) hébergeant des prépas de filière EC. Nous avons eu accès à des classes prépas de voie S pour les lycées D et K et de voie T pour le lycée B. Les deux prépas S sont classées moyennes⁴¹ tandis que la prépa T est considérée comme une bonne prépa⁴².

Nous nous sommes intéressées aux étudiants en première année dans ces prépas sur deux promotions consécutives (2011-2012 et 2012-2013), soit six classes en tout, à raison de deux classes par prépa.

1 filière – 2 voies – 3 prépas – 6 classes – 4 professeurs de mathématiques

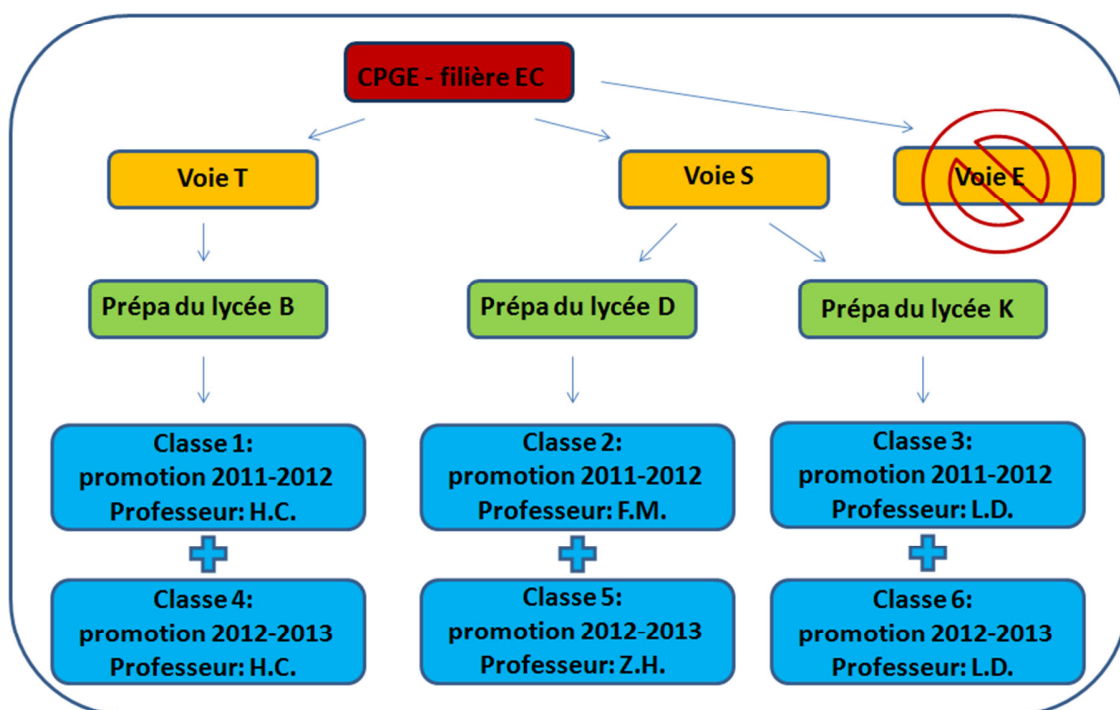


Figure 2 : Schéma récapitulatif - le public de la recherche

Le tableau 3 ci-dessous donne la répartition des étudiants par classe et par promotion en début de chaque année scolaire, sachant que nous n'avons pas retenu tous les étudiants dans notre étude pour des raisons d'ordre pratique que nous aborderons dans le chapitre IV concernant la méthodologie.

⁴¹ Selon les critères du classement du site <http://www.prepa-hec.org> déjà évoqués.

⁴² Le professeur de mathématiques H.C. nous confirme qu'en effet B est considérée comme une des meilleures prépas T en France, sachant qu'il y a peu de prépas EC de voie T à Paris et dans les parages (une cinquantaine de prépa de voie T en France).

	B	D	K
2011-2012	32	36	28
2012-2013	53	43	26

Tableau 3 : Répartition des étudiants par classe et par promotion en début d'année

Les classes se composent d'étudiants issus soit du lycée du même établissement (2 à 3 par classe par an, y compris occasionnellement les redoublants), soit d'établissements de proximité sauf exception. En effet, dans la mesure du possible, il est préférable de réduire le temps de transport quotidien comme nous l'ont dit les professeurs⁴³ : *« dans notre recrutement, la province géographique on essaye d'éviter. On essaye d'exclure autant que possible des gens même qui ont un dossier correct mais qui ont besoin de deux heures de transport aller et retour, on peut pas les recruter parce qu'on pense à eux tout simplement »* (Z.H. professeur de mathématiques à D). Les données officielles⁴⁴ confirment la proximité entre le lycée et le département de recrutement pour la majorité des élèves (voir tableau 4 ci-dessous). Néanmoins, quelques élèves viennent quand même de loin, alors que d'autres déménagent afin de se rapprocher du lycée : *« alors qu'habitant à 100 et quelques kilomètres de Paris elle avait pris une chambre à Paris pour faire ses études, pour avoir une meilleure prépa, parce qu'il y en avait une à coté de chez elle, mais enfin bon »* (H.C. professeur de mathématiques à B). De plus, les professeurs des classes de la voie S nous informent que leurs étudiants viennent de lycées de niveau moyen.

Par ailleurs, le lycée B se distingue depuis plusieurs années par un recrutement d'une quinzaine de lycéens marocains⁴⁵ par an (15 en 2011-2012 et 14 en 2012-2013), qui viennent presque tous d'un même lycée prestigieux et réputé de bon niveau à Casablanca. Le professeur de mathématiques à B (H.C.) nous explique que depuis plusieurs années ces étudiants viennent à B qui est devenue *« une de leurs prépas T préférées »*. Selon lui, B est recommandée par les professeurs au Maroc comme étant une des meilleures prépas T en France, cette réputation vient du fait que les premiers étudiants marocains venus à B

⁴³ Il s'agit d'informations obtenues grâce aux professeurs lors des entretiens évoqués précédemment.

⁴⁴ Nous avons pu obtenir par l'intermédiaire du ministère de l'éducation nationale des données officielles concernant la répartition des étudiants des trois établissements en question selon le lycée d'origine, le genre et la catégorie socioprofessionnelle du père. Il s'agit de l'année 2013-2014, sachant que les différences avec les deux années précédentes concernées par notre étude sont négligeables.

⁴⁵ Pour info : *« Les Marocains arrivent en tête des étudiants étrangers à avoir choisi la France pour y poursuivre leurs études. En 2012, le nombre d'étudiants marocains a atteint 32 482, soit 11,3% du total des étudiants étrangers en France. Les Marocains sont aussi parmi les premiers dans les classes préparatoires aux grandes écoles, avec un excellent taux de réussite. [...] Une convention signée entre le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique et la compagnie Royal Air Maroc (RAM) : chaque année, RAM offre des billets d'avion aux candidats admis aux épreuves orales des concours d'accès aux grandes écoles françaises d'ingénieurs et de commerce. »*

Source : <http://www.aujourd'hui.ma/une/Enseignement/cpge-plus-de-39-000-candidats-aux-concours-d-acces-103755#.VEpvgBYzJdw>

ont intégré les meilleures écoles de commerce telles que HEC, ESSEC et ESCP. Ainsi, « *le téléphone arabe a fonctionné* », ce qui fait que les étudiants reviennent d'année en année, visant les plus grandes écoles, « *comme l'ont fait leurs frères et sœurs avant eux* ». Cette continuité souligne l'influence de la fratrie et de l'entourage des étudiants sur leurs choix de poursuite de scolarité, mis en avant par Daverne et Dutercq (2013).

Département	B (Paris)	D (Paris)	K (Val d'Oise)
Paris	29%	51%	4%
Hauts-de-Seine	10%	10%	4%
Seine-Saint-Denis	12%	5%	4%
Val-de-Marne	4%	8%	4%
Val-d'Oise	10%	8%	65%
Essonne	2%	5%	0%
Seine-et-Marne	0%	3%	4%
Yvelines	0%	3%	11%
Autre département en France (Eure, Sarthe, Corrèze, Haute-Corse)	7%	3%	4%
Étranger	26% (Maroc)	5%	0%

Tableau 4 : Répartition des étudiants par département

Quant au genre des étudiants dans ces classes, les effectifs varient d'une promotion à l'autre, mais nous pouvons constater qu'en général il y a plus de garçons que de filles en filière S, alors qu'en T c'est le contraire (voir tableau 5 ci-dessous).

Genre	B	D	K
Garçons	43%	54%	69%
Filles	57%	46%	31%

Tableau 5 : Répartition des étudiants par genre

Enfin, dans les deux filières, les étudiants sont majoritairement des enfants de cadres et professions intellectuelles supérieures, puis en second lieu d'employés (voir tableau 6 ci-dessous).

Catégorie Socioprofessionnelle du père	B	D	K
AGRICULTEUR EXPLOITANT	0%	0%	4%
ARTISAN, COMMERCANT, CHEF ENTREPRISE	9%	10%	15%
CADRE, PROFESSION INTELLECTUELLE SUPÉRIEURE	29%	49%	50%
PROFESSION INTERMÉDIAIRE	7%	8%	12%
EMPLOYÉ	24%	18%	4%
OUVRIER	12%	5%	15%
RETRAITÉ	12%	5%	0%
SANS ACTIVITÉ PROFESSIONNELLE	7%	0%	0%
NON RENSEIGNÉ	0%	5%	0%

Tableau 6 : Répartition des étudiants par catégorie socioprofessionnelle du père

Il faut aussi noter que les étudiants marocains de B sont en général « *des enfants de bourgeois ou petits bourgeois (médecins, architectes, chefs d'entreprise, professeurs d'université...)* » selon leur professeur de mathématiques (H.C.).

PREMIÈRE PARTIE : PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE

CHAPITRE II : ÉTAT DE L'ART SUR LE TRAVAIL PERSONNEL

Le thème du travail personnel, malgré son importance, reste un thème de recherche insuffisamment étudié dans le cadre de la didactique des mathématiques. De même, il existe peu de recherches qui abordent cette thématique dans le monde anglo-saxon de *mathematics education*. Cela peut s'expliquer en partie par les difficultés méthodologiques que pose ce thème : *« tout se passe comme si l'on considérait comme définitivement inaccessible la part réellement constructive du travail personnel. [...] [C'est] un thème de recherche pertinent. Mais il soulève des questions d'ordre méthodologique difficiles, l'obstacle fondamental résidant dans le fait que ce travail se déroule normalement dans des lieux qui relèvent de la sphère privée de l'étudiant »* (Castela, 2011, p.95). Par ailleurs, depuis une vingtaine d'années, plusieurs recherches sont réalisées sur ce sujet en sciences de l'éducation et en sociologie, apportant ainsi des éléments qui nous intéressent, sans pour autant se focaliser sur les mathématiques. Ces travaux s'intéressent aux pratiques étudiantes à divers niveaux d'enseignement en se focalisant, pour la plupart, sur les dimensions génériques sans prendre en compte la nature des savoirs en question. Castela explique que *« les études réalisées en sociologie et sciences de l'éducation demanderaient donc sans doute à être prolongées par des approches plus didactiques. En tout état de cause, elles sont difficilement transférables au domaine des mathématiques. »* (ibidem, p.76).

Nous avons choisi de réaliser une revue de littérature de certains travaux représentatifs qui se rapportent au thème du travail personnel, particulièrement en lien avec notre recherche. Ce type de travail n'a jamais été effectué, sauf en partie par Castela (2011) qui présente un tour d'horizon des principaux travaux français portant sur le travail personnel des étudiants dans l'enseignement supérieur. Nous prenons en compte tous les travaux de didactique des mathématiques français, ainsi que des travaux de sciences de l'éducation et de la sociologie de l'éducation en France et à l'étranger, qui portent sur le travail personnel des étudiants à tous les niveaux d'enseignement, allant du primaire jusqu'à l'enseignement supérieur, et qui s'intéressent ou non aux contenus disciplinaires. Nous adoptons une organisation par niveau scolaire et institution d'enseignement, en rapprochant les travaux qui portent sur les mêmes sujets ou dont les résultats se croisent. Cette revue de littérature nous permet de situer notre travail par rapport aux différents travaux existants. Elle sert d'appui pour notre cadre conceptuel à travers lequel nous cherchons entre autres à déterminer les aspects du travail personnel concernés par notre recherche, et donc pour l'élaboration de notre problématique ainsi que des outils méthodologiques employés pour y répondre.

SECTION 1 : TRAVAUX PORTANT SUR L'ÉCOLE PRIMAIRE ET LE COLLÈGE

Nous présentons d'abord les travaux de Genestoux-Esmenjaud ainsi que de Kapko et Rayou qui s'intéressent au travail à la maison des élèves du primaire et collège, sans s'attarder sur un contenu disciplinaire. Nous considérons ensuite les travaux de Félix qui comparent le travail personnel des collégiens en mathématiques et en histoire.

1. La thèse de F. Genestoux-Esmenjaud

La thèse de Genestoux-Esmenjaud (2000) ne s'intéresse pas au travail personnel autonome des élèves en mathématiques mais à l'accompagnement familial de ce travail à la maison pour de jeunes élèves (école primaire et collège) ; elle explore les voies d'une organisation non discriminante de cet accompagnement, conçoit et expérimente un dispositif possible, ce qui lui donne sans contestation une forte orientation didactique. Esmanjaud analyse les différentes fonctions que peut être amené à assurer l'accompagnateur du travail hors classe prescrit à l'élève par le professeur et les modélise dans le cadre de la TSD en utilisant le modèle de structuration des milieux. Elle y distingue en particulier la fonction d'accompagnement de la résolution de l'exercice par l'élève (niveau A0) d'une fonction de contrôle et suivi des acquis (A1). A1 est en correspondance avec un niveau E1 (il s'agit d'un niveau surdidactique) pour l'élève qui, dans une posture réflexive, étudie dans le but d'assimiler et rendre reproductible à volonté ce qu'il a appris au cours de la résolution d'un exercice particulier. Même si à terme, l'élève est supposé pouvoir conduire en toute autonomie son étude personnelle, aux débuts de l'enseignement un accompagnateur d'étude peut en améliorer les conditions.

Des observations d'interventions didactiques réalisées par des parents à différents niveaux scolaires (primaire et collège) mettent en évidence les difficultés éprouvées par les parents à prendre une position d'aide à l'activité mathématique de leurs enfants et le caractère inapproprié de certaines interventions. Esmanjaud insiste également sur « *les effets nocifs que produisent sur les apprentissages en mathématiques certaines représentations diffusées par les médias [...] d'origines diverses [...], elles ne sont pas coordonnées entre elles et peuvent être incompatibles* » (p.471). Pour tenter de pallier cette désorganisation nuisible, Genestoux-Esmenjaud plaide pour l'élaboration d'outils susceptibles de servir de base à une prise en charge collective de l'organisation de l'étude hors de la classe, à travers une communication école-parents autour du contenu des devoirs à la maison. Il s'agit des assortiments didactiques, corpus d'exercices d'entraînements élaborés par des ingénieries spécifiques, et mis à disposition des parents ou autres accompagnateurs. « *Sans chercher à augmenter la compétence didactique des accompagnateurs, il est possible de concevoir des moyens matériels qui ne tendent pas à*

supprimer systématiquement leurs interventions, mais seulement à leur déléguer quelques situations (à propos de quelques savoirs scolaires choisis) dont la conduite serait compatible avec leurs possibilités et le fonctionnement de l'institution d'enseignement. » (p. 474). La thèse met à l'épreuve cette stratégie dans le cas de l'apprentissage des tables de multiplication.

2. Les travaux de S. Kapko et P. Rayou

Le second article que nous résumons (Kapko et Rayou, 2010) s'intéresse au travail hors la classe des élèves à l'école primaire en tant que situation de construction d'inégalités d'apprentissage, dans une perspective qui articule sociologie et didactique ; les analyses empruntent en particulier certains concepts clés de la TACD (Théorie de l'Action Conjointe). La réflexion s'appuie sur trois recherches centrées sur des publics généralement qualifiés de "défavorisés" et portant sur des lieux différents du processus scolaire : dans les classes et études surveillées d'une école et d'un collège, dans un dispositif d'aide aux devoirs et dans les familles. Les méthodologies utilisées sont à chaque fois de nature qualitative. Les analyses proposées dans cet article sont étayées par des exemples disciplinaires.

Kapko et Rayou mettent d'abord en avant l'opacité du contrat didactique relatif au travail à la maison, ou plutôt des contrats puisque les finalités du travail hors la classe varient suivant les enseignants et suivant les tâches. Néanmoins, à travers les observations de classe et les entretiens avec les enseignants, ils identifient trois finalités du travail hors la classe qu'ils désignent comme des "plis à prendre" par les élèves : le pli mémoriel (stabiliser la connaissance de notions ou techniques vues en classe pour permettre de nouveaux apprentissages), pli de transfert (construire et mobiliser intelligemment des schèmes généralistes allant bien au-delà des situations particulières rencontrées dans le travail à la maison), pli de la forme scolaire (développer une capacité de travail personnel nécessaire pour les études longues). En résumé, *« pour les enseignants, le travail hors la classe est un moment privilégié de construction progressive de cette autonomie intellectuelle, disposition générale qui s'acquiert à partir d'exercices toujours spécifiques »* (p.9). Cette citation fait apparaître que, avec les plis du transfert et de la forme scolaire, les attentes des enseignants semblent dépasser ce que Genestoux-Esmenjaud (2000) attribue à la position E1. En anticipant sur la suite, nous notons une réelle convergence des analyses proposées par Kapko et Rayou avec les travaux de Castela (2008b) quant à la nature des apprentissages dont la réalisation est dévolue au travail hors la classe, et ce donc dès l'école primaire : il est question ici d'apprentissages stratégiques orientés vers le plus long terme et la généralisation. Or de nombreuses recherches, notamment celles qui sont menées par l'équipe de recherche en sciences de l'éducation EScol (Éducation Scolarisation) de l'université Paris 8 à laquelle appartiennent Kapko et Rayou, ont déjà montré que certains élèves restent dans l'ici et

maintenant du travail en classe, échouant à y percevoir les enjeux d'apprentissage ; a fortiori, « *livrés à eux-mêmes ou aidés par d'autres adultes qui peuvent troubler davantage encore le jeu, [ils] identifient mal les objectifs [des devoirs à la maison] et les moyens de les atteindre* » (p.4). En particulier, ils échouent à prendre appui sur les activités réalisées en classe, faute d'y avoir perçu ce qu'elles étaient censées leur apprendre.

Kapko et Rayou traitent ensuite du rôle des différents acteurs du travail hors la classe, s'intéressant particulièrement aux aides familiales. Ils notent que l'externalisation grandissante du travail des élèves rend plus opaque encore le contrat didactique en complexifiant la question de la topogénèse, c'est-à-dire de la répartition des responsabilités vis-à-vis de l'étude des contenus à apprendre. Or, selon eux, l'intervention didactique des parents est niée par les enseignants qui « *se figurent volontiers qu'il [le rôle des parents] se borne à une simple incitation à se mettre au travail* » (p.11). Ce point de vue « *dispense les enseignants de penser le rôle complexe de ces acteurs familiaux* » (p. 6), qui, pourtant, de fait, interviennent dans le jeu didactique : « *Dès lors qu'ils disposent d'un capital linguistique et scolaire minimum, qui se réduit parfois à une maîtrise très incertaine de la langue française et à quelques années de scolarisation, investir le champ des apprentissages leur apparaît comme une évidence, une nécessité.* » (p. 6). Les recherches réalisées dans des familles, à base d'observations et d'entretiens, ont montré que leurs interventions pouvaient être productrices de perturbations : au niveau du milieu au sens d'ensemble des ressources pour l'étude, au niveau des connaissances privilégiées (orientation vers des stratégies gagnantes pauvres en savoir - effet Topaze par exemple - mise en place d'activités visant des objectifs contredisant ceux des enseignants – plusieurs exemples précis sont donnés, concernant la lecture- ou accélération du temps didactique pour faire prendre de l'avance aux enfants).

Le concept de milieu est aussi considéré dans le sens d'environnement de l'étude inspiré par les travaux de Félix (2002a, 2002b, 2004), ceci conduit les auteurs à considérer les milieux didactiques que sont la classe et le hors classe comme des territoires sociaux traversés par des logiques susceptibles d'être éminemment différentes. Les auteurs opposent par exemple externalisation du travail scolaire des élèves hors la classe et individualisation de l'aide au travail personnel : dans le premier cas, il s'agit de considérer le travail à la maison comme un moment d'apprentissage poursuivant ce qui a été commencé en classe et s'appuyant sur l'étude collective qui y a été réalisée ; dans le second, il s'agit souvent de tenter de remédier aux difficultés d'un élève sans volonté de connaître ce qu'il a fait en classe ni ce qui l'y a fait échouer. De telles distorsions entre territoires sont d'autant plus vraisemblables que le travail hors classe est investi par de nombreux partenaires sociaux (parents, collectivités territoriales, associations d'aide,

prestataires privés) « selon des logiques qui peuvent être assez éloignées des préoccupations d'apprentissage » (p.9).

Les conclusions de ce texte rejoignent celles de Genestoux-Esmenjaud (2000). Prenant acte du fait qu'on ne peut sans doute pas brutalement réintégrer en classe la totalité du travail des élèves, les auteurs insistent sur la nécessité pour « l'école de prendre ses responsabilités didactiques. Si elle entend relever le défi d'une véritable démocratisation qualitative, l'école se doit donc de penser des formules qui donnent aux enseignants de véritables collaborateurs » (Kapko et Rayou, 2010, p.15). Ceux-ci doivent pouvoir s'appuyer sur une bonne connaissance de ce qui a été réalisé en classe en même temps qu'ils ne peuvent être ignorants des didactiques des disciplines sur lesquelles ils ont à intervenir.

3. Les travaux de C. Félix

Les travaux de Félix (2002a, 2002b, 2004), en rapport avec sa thèse soutenue en 2002, portent sur les gestes de l'étude personnelle des élèves de collège, et comparent le cas des mathématiques et celui de l'histoire. Observant une rareté de recherches sur le travail personnel hors la classe et « une forte opacité autour du sens des activités exigées en dehors de la classe, des apprentissages à effectuer et des savoirs à mobiliser par les élèves lorsqu'ils sont seuls, chez eux, pour s'acquitter de leurs devoirs scolaires » (2004, p.90), Félix cherche à comprendre et décrire ce que font les élèves lorsqu'ils accomplissent leurs devoirs scolaires supposés répondre aux besoins engendrés par le travail fait en classe. Selon elle, l'essentiel du travail des élèves (hors classe) reste un domaine peu connu des enseignants qui tiennent un discours de manque de travail des élèves, alors que ce travail invisible excède largement le cadre de la classe et pose problème à certains élèves, tout en créant et renforçant les inégalités de réussite entre les élèves. Ainsi, elle s'intéresse aux gestes d'étude en mathématiques et en histoire pour « cerner au plus près la nature des gestes réellement engagés quotidiennement par des collégiens, leur éventuelle dépendance par rapport aux contenus disciplinaires concernés, et mettre à jour, si elles existent, des caractéristiques différentielles selon les positions occupées par des élèves dans l'espace scolaire, attribuées de fait ou légalement, explicitement ou implicitement par l'institutions scolaire » (ibidem, p.90).

Félix adopte une perspective de didactique comparée et emprunte des notions de la TSD (Théorie des situations Didactiques) et la TAD ((Théorie Anthropologique du Didactique) pour montrer que l'étude - même privée - ne peut se construire en dehors des occasions que lui fournit l'enseignement dispensé. Elle s'empare de la notion de contrat didactique - « qui permet de comprendre les activités attendues des élèves comme du professeur, les places respectives de chacun en regard du savoir traité et les conditions générales dans lesquelles les rapports aux savoirs et les rapports à l'étude de ces savoirs

évoluent au cours d'un enseignement » (2002b, p.485) - et l'emploie en termes d'appartenance à une (ou des) institution(s) spécifique(s) et d'assujettissement à ces institutions. Dans ce sens, elle évoque deux institutions qui constituent le cadre de sa recherche, l'institution classe et l'institution maison. De plus, la notion de milieu pour l'étude, qui désigne l'environnement dont fait partie le contrat didactique ainsi que des ressources telles que les ignorances créées par les professeurs, joue un rôle important dans son argumentation comme nous l'évoquons dans la suite.

« Le travail à la maison se présente comme un système didactique auxiliaire (SDA), impossible à comprendre dans le détail sans informations sur le système didactique principal (SDP), en classe » (Félix et Joshua, 2002, p.93). Ainsi, le travail qu'effectuent les élèves se déroule en deux temps et deux espaces. Le travail à la maison est conforme aux exigences du contrat didactique telles qu'elles sont perçues par l'élève. Le triptyque "professeur/élèves/savoirs" déploie ses effets au sein du milieu pour l'étude qui fait le lien entre les deux systèmes didactiques, principal et auxiliaire, où *« prennent place de possibles et nécessaires gestes de l'étude »* (2004, p.92). L'hypothèse de Félix est que *« les positionnements différents d'élèves respectivement "forts" et "faibles" dans le système principal sont une base importante d'interprétation de ce qui est fait (ou non) à la maison »* (Félix et Joshua, 2002, p.93). En d'autres termes, les élèves forts n'étudient pas à la maison exactement les mêmes objets de savoir que les élèves jugés en difficulté. Elle cherche alors à explorer comment les élèves, depuis des positions d'excellence scolaire différentes, aménagent le milieu didactique auxiliaire à partir des objets du milieu construits didactiquement en classe. Ainsi son travail admet deux dimensions. La première est une dimension sociologique qui délimite les positions des élèves en fonction de leur rang scolaire (bon, moyen ou élève faible), leur niveau scolaire (classe), et leur genre. La seconde est une dimension disciplinaire s'attachant plus particulièrement au travail personnel des élèves dans deux disciplines, l'histoire et les mathématiques, et observée à travers deux variables didactiques, identiques pour chacune des entrées disciplinaires : les types de tâches que les élèves sont censés conduire lorsqu'ils remplissent leur devoir scolaire (apprendre ses leçons, faire ses devoirs, réviser un contrôle) et les moments de l'étude que les élèves sont censés vivre, en classe ou ailleurs (moments ordinaires et moments héroïques).

Les données ont été recueillies dans deux établissements en région marseillaise à travers un questionnaire complété par 600 élèves, principalement des élèves de 3ème ainsi que des élèves de 6ème et de 2^{nde}, répartis selon trois niveaux scolaires retenus (forts, moyens, faibles) afin de faire surgir des types de gestes et construire une première typologie. Ce questionnaire s'organise autour de trois axes comportant des questions concernant l'organisation des conditions de l'étude (lieux d'étude à la maison, gestion du temps et des moments de travail, régulation du travail personnel...), des questions

précisant le travail plus spécifique de l'élève en mathématique et en histoire, et des questions définissant les positions des élèves interrogés (âge, classe, sexe, rang, activités extrascolaires...). Des entretiens ont aussi été conduits auprès de huit élèves de 3ème et de deux professeurs à propos d'un contrôle venant clore la fin d'une leçon en mathématiques et en histoire. De plus, l'ensemble des propos professeurs/élèves a été croisé et examiné en regard de textes divers produits par l'institution, principalement des extraits de bulletins trimestriels mais également des extraits de programmes et de textes officiels concernant l'organisation et le travail des élèves dans les deux disciplines retenues. À cela s'ajoute les sujets de contrôles, les textes des deux leçons et les copies d'élèves qui contribuent, dans ce dispositif, à situer le discours des protagonistes.

La comparaison des mathématiques, discipline principalement concernée par la recherche, avec une autre discipline, l'histoire, permet de répondre à la question de la dépendance des gestes de l'étude engagés par les élèves par rapport aux contenus disciplinaires. Les résultats de la recherche s'organisent selon deux axes. Le premier concerne les conditions générales d'étude organisées par les élèves. Il est possible d'en tirer les observations suivantes : le choix d'un lieu ou espace d'étude à la maison n'est fondamentalement pas déterminé ni par le rang et le niveau scolaire ni par le genre des élèves ; il est impossible de dire que certains élèves, et notamment les bons élèves et les filles, travaillent plus que d'autres ; le souci de planifier son travail et s'avancer dans ses devoirs est davantage le fait des bons élèves et des filles. Le second axe est en rapport avec la nature de l'étude dans les disciplines où sont explorés les gestes décrits par les élèves lorsqu'ils déclarent accomplir leurs devoirs scolaires en mathématiques et en histoire. Il existe des gestes repérables et descriptibles dans une institution donnée, des gestes limités en nombre et se conformant globalement aux attentes et injonctions institutionnelles qui déterminent une certaine forme de rapports au travail. Ainsi apparaissent des ressemblances en termes de gestes ou de pratiques de l'étude communément partagés par la grande majorité des élèves. Il s'agit notamment de pratiques de mémorisation (par cœur de tout ou partie de la leçon), de lecture (essentiellement de la leçon du cahier), d'oralité (commentaire de documents) ou d'écriture (résolution d'exercices mathématiques ou réalisation de fiches synthèse en histoire). Inversement, des différences surgissent en termes de gestes différentiels selon les positions ou place distinctives des élèves et la nature des objets enseignés/appris. Elles étayent les principales conclusions de la recherche.

Ainsi, Félix retient que l'essentiel de l'étude, pour les bons élèves de collège, se déroule principalement en classe. Les bons élèves acceptent de devenir des "résolveurs" de problèmes, à travers la répétition d'exercices, la production de réponses ou de questions, ils acceptent ainsi de modifier leur système de décision et d'entrer dans une organisation didactique et épistémologique, de manière adaptée à chacune des deux

disciplines étudiées. Les bons élèves reconstruisent et aménagent le milieu didactique auxiliaire à partir des objets construits didactiquement en classe, en coopération avec le professeur et les autres élèves de la classe. Au contraire, les élèves faibles ont du mal à distinguer les aspects génériques relevant de l'organisation ou de l'enseignement des disciplines scolaires. Ils ont tendance à réduire les exigences de l'institution scolaire au seul contrôle des connaissances. Le discours d'un élève faible en mathématique, bien que très proche du discours institutionnel en matière d'obligations scolaires, est peu tourné vers ce qui se passe en classe. Dans une « *tentative désespérée de reconstruire* » (2004, p.98) à partir du travail fait en classe un milieu pour l'étude à la maison, les élèves en difficulté élaborent alors une vision de l'étude découpée en une succession de moments et de tâches disjointes. L'ensemble des résultats confirme que « *l'essentiel de l'étude ne se construit pas sur des critères quantitatifs ; [...] c'est dans la gestion des rapports spécifiques (aux contenus) et institutionnels (le système didactique) que les différences sont les plus fortes. [...] Si le problème n'est pas résolu en classe, il le sera difficilement à la maison* » (ibidem, pp.98-99).

4. Conclusion

Parmi les travaux choisis portant sur l'école primaire et le collège, ceux d'Esmanjaud et ceux de Rayou et Kapko, qui s'intéressent à l'accompagnement familial du travail prescrit par le professeur, aboutissent aux mêmes conclusions. En effet, ils soulignent le caractère souvent inapproprié des interventions des aides extérieures et la nécessité pour l'école de bien équiper les parents afin qu'ils assurent des interventions étroitement liées à ce qui se fait en classe, ne venant pas perturber le travail des enseignants.

Félix s'intéresse aux gestes de l'étude personnelle des élèves de collège lorsqu'ils accomplissent leurs devoirs scolaires à la maison, en comparant le cas des mathématiques et celui de l'histoire. Elle identifie plusieurs ressemblances en termes de gestes d'études communément partagés par la grande majorité des élèves pour les deux disciplines pour les pratiques de mémorisation, de lecture, d'oralité et d'écriture. Par ailleurs, elle repère des différences qui sont en rapport avec les positions des élèves et la nature des objets enseignés/appris. Elle trouve notamment que l'étude a lieu essentiellement en classe pour les bons élèves qui deviennent des "résolveurs" de problèmes et réussissent à aménager leur milieu didactique auxiliaire, tandis que les élèves faibles ne réussissent pas à repérer les aspects génériques du système didactique principal nécessaires à la construction du système didactique auxiliaire, réduisant ainsi l'étude à des aspects quantitatifs.

SECTION 2 : TRAVAUX PORTANT SUR LE LYCÉE

Dans cette partie, nous considérons des travaux français qui portent sur le travail personnel des lycéens. Nous commençons par deux recherches en sciences de l'éducation, de Barrère et Michaut, qui s'intéressent au travail des lycéens en général, sans considérer une discipline d'étude particulière. Ensuite, nous nous attardons sur des travaux en didactique des mathématiques, Erdogan, Castela, Silvy et Mario, qui explorent le travail personnel des lycéens pour les mathématiques dans les trois niveaux du lycée.

1. Étude transversale au lycée : A. Barrère

L'objet principal des recherches de Barrère porte sur le travail à l'école, son parcours de recherche étant marqué par une longue expérience dans le secondaire en tant qu'enseignante de lettres. Nous nous référons à l'ouvrage issu de sa thèse, *Les lycéens au travail* (1997). Elle part du constat que le manque de travail de la part des élèves est toujours désigné comme principale cause d'échec par les enseignants, qui, sans connaître les pratiques effectives des élèves, interprètent leurs notes en termes de volume du travail déployé. Néanmoins, les recherches de Barrère montrent que les élèves travaillent mais pour beaucoup sans réussir. Ainsi, elle cherche à comprendre ce que font concrètement les élèves lorsqu'ils travaillent et ce qui fait que leur travail est inefficace. Elle entreprend de se donner les moyens de rendre visible le travail scolaire fournissant une vision globale de ses aspects objectifs et subjectifs. L'enquête est réalisée dans deux lycées de la région du Nord fortement contrastés socialement, à travers des entretiens avec 74 élèves de diverses sections et niveaux scolaires, ainsi que 529 questionnaires quantitatifs, et un journal de bord rempli pendant 15 jours par 20 volontaires.

Barrère définit d'abord le travail scolaire en dressant un inventaire des nouvelles données du travail scolaire en termes de contexte institutionnel et transformation des publics déclenchée par la massification des lycées. Elle décrit ensuite les tâches scolaires en se penchant sur les aspects les plus concrets qu'elle résume en quatre points : la réception du cours en classe (écouter, prendre note, participer oralement), l'utilisation du cours dans les lieux "privés" (maison, CDI, bibliothèque), la recherche (recours à d'autres ressources et/ou documentation), et les devoirs. Le reste de son ouvrage est consacré à l'élaboration des quatre dimensions du travail scolaire qu'elle définit ainsi : l'organisation personnelle du travail à travers un double temps et un double lieu de travail, l'incertitude autour des tâches lycéennes, la question du sens du travail et la dimension subjective.

La première dimension concerne la gestion de la coupure entre les deux lieux de travail, la classe et les lieux "privés". Elle rend compte en détail de la répartition du temps de travail selon les performances scolaires, les origines sociales, et le sexe, en considérant

l'organisation de ce temps au long de l'année scolaire, les modalités de travail, la gestion du temps de loisir ainsi que le rôle de la famille et du groupe de pairs. Barrère montre que, contrairement aux idées reçues, le volume du travail hors classe n'est pas un déterminant de la réussite, mais ce sont plutôt la gestion et l'organisation du travail scolaire qui déterminent les performances scolaires et la vie de lycéen, tout en préservant l'univers personnel.

Aux difficultés d'organisation du travail s'ajoutent ensuite les incertitudes sur ce qu'il convient de faire, pour lesquelles il est possible de préciser trois sources. D'abord, le travail personnel, notamment hors la classe, n'étant pas contrôlé ni évalué par les enseignants, rend un certain nombre de tâches incertaines, voire implicites. Ensuite, les consignes des enseignants ne sont pas toujours "correctement" comprises et appliquées par les lycéens, les modalités étant différentes selon les enseignants et donc susceptibles de laisser une marge importante d'interprétation. Enfin, les problèmes d'auto-évaluation en rapport avec le décryptage de la signification d'une note sont sources d'incertitudes, ce qui peut donner aux élèves la fausse impression de travailler convenablement. Barrère insiste sur la posture inconfortable des élèves faibles bien que "travailleurs" qui sont peu récompensés de leurs efforts par les notes, qui ont l'impression de "savoir" sans jamais faire ce qu'il faut et dont l'inquiétude ne peut que grandir au cours des années. Devant cette incapacité à comprendre les normes du travail scolaire, ils sont alors condamnés à s'interroger en permanence ou à travailler "au hasard". Nous retrouverons cette question du caractère brouillé des normes dans les travaux de Montfort (2002) sur l'enseignement universitaire.

La troisième dimension est en rapport avec les significations du travail scolaire, soit la vocation intellectuelle et l'utilité sociale. Les lycéens sont nombreux à vouloir faire le lien entre les savoirs scolaires et le monde environnant, mais cette articulation semble problématique vue la conception académique des savoirs et de leur enseignement. Ainsi, l'enquête révèle que les élèves semblent privilégier l'instrumentalisme, par le travail pour la note, la moyenne, l'orientation... qui se développe au dépend de l'intérêt intellectuel. Cela permet de pallier à court terme les incertitudes du sens du travail scolaire et d'entretenir un semblant de maîtrise mais ne résout rien à long terme.

Enfin, Barrère aborde la dernière dimension, celle de l'aspect subjectif du travail scolaire. Ce dernier met à l'épreuve la personne du lycéen, d'une part par l'exigence de créativité scolaire, d'autre part par l'évaluation du travail. Ainsi, l'image du travail réalisé qui est envoyée aux enseignants et aux pairs à travers les résultats scolaires ne correspond pas nécessairement à l'image qu'a le lycéen de lui-même. Par conséquent, sous le regard et le jugement des autres, les élèves remettent en question leur valeur au risque de

détériorer l'image qu'ils ont d'eux-mêmes ; toutefois cette "introspection" leur permet de développer diverses formes de défense de soi.

Une dernière partie de l'ouvrage est consacrée aux tensions de l'équivalent-travail. Nous en retenons la disjonction du lien travail-réussite : on peut avoir beaucoup travaillé et avoir une mauvaise note, on peut aussi avoir une bonne note sans avoir travaillé. Le sentiment de cette disjonction est plus fort chez les lycéens issus de milieux populaires, et chez les filles (qui travaillent davantage que les garçons). Barrère détermine alors quatre figures de lycéens en fonction de leurs résultats scolaires d'une part et de leur temps de travail d'autre part. Il y a d'abord les "figures d'adéquation", soit les élèves pour qui le travail peut être considéré comme légitimement rémunéré par la réussite scolaire ou au contraire sanctionné par l'échec : il s'agit respectivement des profils "bosseur" et "fumiste". Ensuite, les "figures de tension ou de dérégulation" sont associées aux situations dans lesquelles le travail et la réussite n'ont plus que de lointains rapports l'un avec l'autre. Il s'agit du profil "touriste", soit celui qui réussit plus qu'il ne travaille et du profil "forçat", soit celui qui travaille beaucoup et obtient de faibles résultats. Cette dernière figure est la plus représentée, elle correspond à 49 % des lycéens de milieu populaire. Barrère décrit le forçat comme un élève qui « *ne maîtrise pas les règles du jeu du travail scolaire, et vit un conflit constant autant qu'inexprimé entre l'évaluation institutionnelle et l'auto-évaluation qu'il fait de lui-même en s'appuyant sur la réalité vécue de la somme de travail qu'il fournit pour réussir* » (1998, p.109). En résulte inévitablement une démotivation perpétuelle et un fort sentiment d'injustice et de dévalorisation personnelle. Hors ces quatre figures, il ne faut pas oublier l'élève "moyen" qui se situe dans le cadre d'un travail moyen pour des résultats moyens.

Barrère conclut en reprenant les nombreuses similitudes entre les élèves impliqués dans l'enquête quant à leur perception et gestion du travail scolaire. Néanmoins, elle souligne le fait que les élèves de milieux populaires rencontrent des difficultés spécifiques, notamment en rapport avec la gestion de l'implicite et la signification donnée au travail scolaire, indissociables du milieu socioculturel. Ces écarts contribuent fortement à renforcer les inégalités scolaires. Par ailleurs, elle met en avant le fait que les lycéens ne travaillent pas différemment suivant les matières (et même les filières scientifique et littéraire), mais cherchent plutôt à comprendre et s'adapter aux demandes enseignantes quelque soit la discipline. Cette affirmation va à l'encontre de l'hypothèse à la base de nombreux travaux en didactique prenant en compte les spécificités disciplinaires. Enfin, elle constate que la somme du travail demandé aux lycéens les pousse à faire des choix instrumentaux qui leur seront nuisibles ensuite, tandis que l'institution école continue à proposer une unique solution : l'investissement accru dans un travail dont on prétend qu'il ne peut, à terme, que porter ses fruits.

2. Étude transversale au lycée : C. Michaut

Dans la prolongation de son travail de thèse soutenue en 2001, Michaut (2013) s'intéresse particulièrement au travail des lycéens concernant les devoirs à la maison dont il considère qu'ils « *constituent une composante essentielle du métier d'élève* » (p. 1) et sont une condition indispensable de la réussite scolaire. En 2012, il réalise une enquête par questionnaire afin d'explorer les disparités du temps de travail personnel et les méthodes de travail des lycéens, auprès de 1618 lycéens, prenant en compte tous les niveaux et voies de formation (seconde, première, terminale, voies générales, technologiques et professionnelles) mais sans considérer une discipline particulière d'enseignement.

Dans un premier temps, les réponses des participants permettent de percevoir la répartition du temps de travail hebdomadaire, et ensuite d'expliquer ces disparités grâce à des caractéristiques sociodémographiques et scolaires. Le temps personnel déclaré varie d'un élève à l'autre selon ses capacités, sa méticulosité, ainsi que les injonctions professorales déterminées par des contraintes disciplinaires et institutionnelles, et dépend aussi de l'environnement de travail. De plus, le temps déclaré peut correspondre à la durée réellement consacrée aux devoirs et donc refléter le niveau d'engagement des élèves, comme il peut inclure le temps perdu à divers moments d'activités non scolaires. Les résultats montrent une forte dispersion entre les lycéens pour la durée du temps de travail. Les filles sont plus studieuses que les garçons : elles sont nettement plus nombreuses à travailler régulièrement et pendant plus longtemps, à relire le cours, le compléter, le remettre au propre, et faire des fiches. Michaut explique cela par des dispositions antérieures acquises dès le primaire (voir Kapko et Rayou) et un apprentissage précoce de l'autonomie du travail. Si le genre est un facteur différenciateur, le niveau scolaire n'en est pas un avec peu de différences entre les meilleurs et les autres, contrairement à la filière. Ceci conforte l'un des résultats de la recherche de Barrère (1997). En effet, les lycéens généraux et technologiques travaillent davantage que les lycéens professionnels, mais cela peut être expliqué en partie par la nature des enseignements et les exigences des formations professionnelles. Par ailleurs, ces derniers sont moins impliqués dans le travail scolaire que les autres (travail moins régulier, moins d'aide et d'échanges avec les autres) et ont des comportements plus "déviant" (distraction, plagiat, triche...). Enfin, l'internat constitue un espace favorable au travail, les élèves qui y sont hébergés travaillent plus que les autres, surtout en semaine, plus régulièrement, et demandent plus d'aide ; ils ont recours à des méthodes "traditionnelles" en raison des contraintes de l'hébergement.

Michaut cherche ensuite à repérer les manières d'étudier. Il considère que « *la mise en forme des informations saisies en classe, la réalisation des devoirs et la révision des cours constituent l'essentiel du travail hors classe des lycéens* » (p.4). Les réponses

révèlent que les formes d'études les plus répandues sont, par ordre décroissant, la relecture du cours, l'apprentissage par cœur et la réalisation des exercices, les élèves cherchant moins à faire des fiches ou à réaliser des recherches complémentaires. Le type d'activité dans laquelle s'engagent les élèves détermine le temps de travail : Michaut oppose les stratégies d'apprentissage en profondeur (par exemple faire des fiches synthétiques) qui nécessitent plus de temps aux stratégies d'apprentissage en surface (par exemple se contenter de relire le cours). Par ailleurs, il semble que les élèves qui sollicitent l'aide de l'entourage ou des enseignants travaillent plus que ceux qui s'isolent. Enfin, bien que l'ordinateur occupe une place importante dans la réalisation des devoirs surtout pour la recherche et peu pour la prise de note, les élèves s'en servent beaucoup plus pour des usages récréatifs que scolaires.

Enfin, Michaut établit une classification de quatre figures de lycéens (dilettante, productif, oisif, et laborieux) qui permet de décrire les méthodes de travail privilégiées par chaque type d'élèves. Il recherche des liens entre les méthodes choisies d'une part, le niveau scolaire, le temps de travail personnel, les activités extrascolaires et les critères sociodémographiques d'autre part. Les "productifs", surtout des filles issues de milieux favorisés, inscrit dans une filière générale en première et terminale, et ayant un bon niveau scolaire de départ, sont les plus studieux : ils travaillent nettement plus que les autres lycéens, utilisent les manuels, et ont recours à l'aide des enseignants. Les "laborieux", surtout des élèves de seconde et de voie technologique, ressemblent aux "productifs" en termes de méthodes de travail et sont plus méticuleux, mais obtiennent des résultats moins bons malgré leur engagement dans un travail considérable et le respect des règles scolaires. Les "dilettantes", en général des bons collégiens issus de milieux intermédiaires ou favorisés et ayant rejoint la voie générale, s'opposent aux "productifs" : ils travaillent moins et cherchent les méthodes rapides sans perte de temps ; au niveau des loisirs peu tournés vers le numérique, ils choisissent plutôt des activités extrascolaires culturelles ou sportives. Enfin les "oisifs", élèves ayant eu des difficultés dans leurs parcours scolaires, issus de milieux défavorisés, inscrits dans les filières professionnelles, ont des méthodes de travail opposées à celles des "laborieux" ; leurs activités extrascolaires se focalisent sur les loisirs numériques. Il est alors possible de faire un rapprochement entre ces quatre figures et celles définies par Barrère (1997) : d'abord, les "productifs" correspondraient aux "bosseurs" avec leurs bons résultats et leur engagement vis-à-vis du travail, auxquels s'opposent les "laborieux" dont le profil ressemble au "forçat" avec des résultats qui ne reflètent pas l'assiduité du travail ; par ailleurs, nous pouvons associer les "dilettantes" aux "touristes" dont les résultats sont meilleurs que le travail effectué, tandis qu'à l'opposé les "oisifs" se rapprochent plutôt des "fumistes".

Pour conclure, les résultats montrent que les manières d'étudier des lycéens sont extrêmement variées, et « *fortement dépendantes du travail prescrit par les enseignants ; elles représentent [...] l'effort fourni par les lycéens, leur méticulosité, et leur efficacité dans la production des devoirs* » (p.7). L'enquête met donc en évidence une diversité de la durée et des modalités du travail personnel des lycéens qui sont moins corrélées aux performances scolaires qu'au genre, à l'origine sociale et à la filière.

3. La classe de Seconde : la thèse de K. Erdogan

Dans sa thèse, Erdogan (2006) s'intéresse au travail personnel des élèves, dans la continuation des travaux de Mercier. Il part de l'hypothèse que le travail personnel pose des problèmes didactiques qui nécessitent un accompagnement particulier pour de nombreux élèves. Selon lui, les symptômes de ces problèmes sont reconnus, en témoigne la mise en place depuis une quinzaine d'années de nouveaux dispositifs d'aide à l'enseignement, et de nombreuses questions sont soulevées par rapport à leur origine. Erdogan note, comme nous l'avons fait, que les recherches qui s'intéressent au travail personnel restent rares, malgré l'importance accordée par les textes officiels au rôle de ce travail dans la réalisation des apprentissages. Ainsi, sa recherche porte sur la nature du travail personnel, ses enjeux didactiques et les conditions de son fonctionnement, avec comme objectif la construction d'un diagnostic qui serait « *préalable à toute proposition d'aide à l'étude et d'amélioration des conditions de l'étude* » (p.377). Erdogan utilise le terme "étude autonome" pour désigner « *la part autonome de travail qui revient à la charge des élèves dans la réalisation des apprentissages* » (p.16) prenant en compte le travail en classe et à la maison, sachant qu'il considère « *la finalité de toute action d'enseignement comme l'acquisition par les élèves d'une connaissance spécifique* » (p.16). Se plaçant dans le cadre de la TAD, il cherche d'abord à définir les notions "d'étude", de "topos" et de "site mathématique" afin d'articuler une dimension épistémique à l'étude autonome qui permettrait de répondre à deux questions : Quelle est l'étude attendue de la part des élèves ? Quels sont les moyens d'étude à leur disposition ? Nous revisiterons ces éléments théoriques à travers notre cadre conceptuel (cf. chapitre III).

Erdogan mène son étude dans la classe de seconde, une classe d'une importance particulière en termes de contenus mathématiques ainsi que d'enjeux de scolarité, et pour laquelle se posent de nombreuses questions relatives à l'étude autonome et à l'aide. Il s'intéresse d'abord aux problèmes liés au contenu du programme de mathématiques et à son organisation, centrant plus spécifiquement son travail sur le domaine de l'algèbre et des fonctions. Il consacre une partie de la thèse à l'étude de ce qu'il appelle le site algébrique-fonctionnel de la classe de Seconde et à l'analyse de son écologie scolaire.

Un site est un ensemble d'objets mathématiques et de relations pertinentes *qui « constitue un champ de signification et d'investigation stable fournissant à chaque personne en position d'étudiant ses outils d'action et surtout les moyens de validation de ses propres démarches »* (Erdogan, 2007, p.331). Il nous semble pouvoir affirmer que le site d'un domaine d'étude est au moins une partie du milieu envisagé comme l'ensemble des ressources avec lesquelles l'étudiant interagit pour mener à bien l'étude entreprise. Cette analyse s'appuie sur les programmes officiels et les manuels scolaires de la Sixième à la Terminale. Il en ressort une rupture remarquable entre la seconde et le collège, avec l'émergence de nouveaux objets et la nécessité d'adaptation d'anciens objets, qui révèle que le programme n'est pas pensé comme un tout structuré et cohérent. Cela met en évidence *qu'« il manque des objets et des relations explicites dans les cours proposés par les manuels, et il n'existe pas de profondeur épistémique dans les exercices »* (2006, p.158), et donc le contenu du programme ne représente pas une partie émergente du site qui suffirait *« à servir de référentiel stable pour fournir aux élèves et au professeur les outils de travail dont ils ont besoin pour mener à bien les tâches relevant de leurs topos »* (ibidem, p.381). C'est donc l'organisation institutionnelle du savoir qui semble être la principale source des difficultés mises en évidence dans les parties suivantes de la thèse pour les élèves ainsi que pour les professeurs.

Nous nous intéressons particulièrement à la troisième partie de la thèse qui porte sur l'analyse des dimensions institutionnelle et personnelle de l'étude autonome en Seconde. Dans un premier temps, Erdogan détermine les attentes, conditions et contraintes institutionnelles de la classe de seconde, vis-à-vis du travail personnel des élèves, grâce à une étude détaillée des textes officiels relatifs à la classe de Seconde et aux différents dispositifs d'étude qui la caractérisent. Le programme de mathématiques de la classe de Seconde propose un contenu qui suit celui du Collège mais qui nécessite que les élèves adoptent une nouvelle posture quant à la nature du travail à fournir, en participant activement à l'enseignement, quelque soit l'orientation choisie pour la Première. La réalisation des activités requises nécessite un travail personnel de la part des élèves, autant en classe qu'à la maison, avec des fonctions diversifiées. Quant au professeur, son rôle consiste à préparer diverses activités et proposer aux élèves divers matériaux d'étude, matériaux qui se composent principalement de la résolution d'exercices et de problèmes. Ainsi, l'étude autonome semble être la clé des apprentissages visés. Face aux difficultés des élèves vis-à-vis de cette exigence d'autonomie, des dispositifs d'aide, enseignement modulaire et aide individualisée, ont été institutionnellement organisés. Mais ces dispositifs engendrent plusieurs problèmes de nature pédagogique et logistique, et apparaissent comme une remédiation proposée uniquement aux élèves vraiment en difficulté qui ne tient pas compte des besoins de tous les élèves. Ainsi, il semble que le système didactique ne prend pas en charge les difficultés rencontrées par les élèves lors

de l'étude autonome, et n'envisage pas la possibilité que l'échec des élèves puisse résulter de l'institution et de son fonctionnement didactique.

Erdogan se centre ensuite sur l'organisation de l'institution "La classe de Seconde" et s'intéresse particulièrement à la conduite de l'étude par le professeur. Il observe alors trois classes de Seconde dans trois lycées de la région Parisienne, de différents niveaux socioculturels, et étudie les différents lieux et temps d'étude : en classe entière, à la maison et dans les dispositifs d'aide. Il réalise également des entretiens avec les professeurs. Il s'avère que les attentes des professeurs vis-à-vis de l'étude autonome et la manière dont ils l'organisent et la prennent en charge sont très différentes. Dans la classe d'un premier professeur LK, *le topos* des élèves semble occuper une place très réduite dans le fonctionnement des cours ordinaires, tandis que l'étude est contractuellement organisée à travers un classeur dans lequel les élèves doivent en particulier rédiger soigneusement tous les exercices corrigés en classe, ce travail étant régulièrement évalué. « *Le classeur constitue pour le professeur un moyen de centrer l'attention des élèves lors du travail à la maison sur les méthodes de résolution, sur la démarche mathématique, ce qui leur permet ainsi de repasser pour soi-même, comme le disait Bachelard, le savoir qu'ils ont rencontré en classe.* » (ibidem, p.184). La classe du professeur EB se caractérise par l'organisation en classe de l'étude. En effet, ce professeur attribue peu d'efficacité au travail personnel à la maison, il considère la faible qualité de ce travail par le manque de motivation ou d'envie de travailler à la maison comme la première cause de l'échec de beaucoup d'élèves. Enfin, dans la classe du professeur RR, « *l'exigence d'autonomie est moins forte que dans la classe de EB, et a fortiori moindre que dans celle de LK* » (ibidem, p.196). Le professeur ne voit pas la nécessité de l'étude autonome des objets de savoir introduits en classe, il considère donc que tout doit se passer en classe. Ainsi, « *si tous les professeurs observés sont soucieux de la qualité de l'étude autonome de leurs élèves, ils ne cherchent pas tous à organiser efficacement cette étude, ni à prendre réellement en charge les difficultés qu'elle rencontre* » (ibidem, p.253). On verra plus loin que ceci est une hypothèse de base du travail de Castela (2008b) pour le lycée et l'enseignement supérieur. Mais le phénomène est déjà évoqué au primaire (existence de plis à prendre) par Kapko et Rayou (2010). L'étude autonome demeure donc problématique dans les trois classes, et le rôle du professeur vis-à-vis de cela est loin d'être négligeable.

Dans la suite, Erdogan s'intéresse au rapport des élèves à l'étude et à leurs dispositions personnelles à travers un questionnaire et des entretiens. Il cherche à identifier les différentes activités mathématiques qui caractérisent l'étude dans sa généralité et les conditions spécifiques de l'étude autonome. Le questionnaire est complété par 124 élèves dans quatre classes différentes, il est suivi d'entretiens. Il comporte trois parties : le travail mathématique en général dans la classe de Seconde et les changements par rapport

au collège (rythme/rupture), les activités mathématiques réalisées dans la classe, et les activités mathématiques réalisées à la maison. « *Les activités proposées peuvent être réparties en deux groupes : d'une part, celles qui correspondent au temps didactique et qui sont vues par les élèves comme les moyens les plus efficaces et plus rapides d'accéder au savoir visé et d'autre part celles qui, liées à la topogénèse, marquent une distinction entre les activités habituellement réalisées par le professeur (appartenant à son topos), et celles qui sont considérées par les élèves comme des activités typiques de leur position institutionnelle, et dont ils ont la responsabilité* » (ibidem, p.201). Les résultats du questionnaire apportent de nombreux éléments importants sur lesquels nous donnons certains détails concernant les activités mathématiques réalisées, dans la mesure où cette partie du travail d'Erdogan est la plus proche de notre propre démarche et complète les recherches réalisées au niveau de la troisième par Félix (2002a, 2002b, 2004), et de la Première Scientifique par Castela (2007a, 2007b, 2009) comme nous le verrons. En ce qui concerne les activités réalisées dans la classe, les élèves en général semblent ne pas apprécier les activités qui nécessitent une grande autonomie (chercher un exercice assez difficile, faire un exercice au tableau, chercher une démonstration). En outre, certaines activités permettent de distinguer les élèves selon les positions scolaires, déterminant ainsi celles qui sont appréciées par les bons élèves contrairement aux très faibles. Il s'agit de suivre un cours, discuter d'une méthode ou d'une solution, chercher une démonstration, chercher un exercice assez difficile et proposer une idée ou une réponse. Les trois dernières activités différencient aussi les élèves selon leurs institutions-classes. De plus, une analyse en fonction des positions scolaires selon les classes révèle que « *les caractéristiques des bons élèves semblent être relativement indépendantes de leurs institutions, alors que celles des élèves moyens et faibles en dépendent fortement* » (ibidem, p.226). Pour les activités réalisées à la maison (tel que faire des exercices supplémentaires et chercher sur un devoir), il est plus difficile d'identifier de nettes préférences pour l'ensemble des élèves, ou des activités qui différencient les élèves, surtout selon leurs positions scolaires. Par ailleurs, les analyses soulignent la spécificité de LK. Elles montrent que les élèves de cette classe entretiennent des rapports différents de ceux des autres classes à la plupart des activités proposées, exprimant généralement une appréciation positive, surtout pour les activités caractéristiques des bons élèves.

Les entretiens avec dix élèves concernant leurs dispositions d'études personnelles ainsi que l'analyse du questionnaire permettent de dégager trois profils d'élèves correspondants à trois types de rapports à l'activité mathématique, qu'il est aussi possible de relier à la position scolaire. Ainsi, il y aurait d'abord les plus faibles, qui n'apprécient pas le fait de chercher une démonstration ou un exercice assez difficile parce que ces activités ne font pas progresser le temps didactique pour eux, et préfèrent travailler sur une correction à la maison croyant apprendre en reprenant ce que le professeur a fait en classe. De plus, ils déclarent ne jamais revoir le cours pour préparer un contrôle parce

qu'ils ont l'impression qu'ils n'y apprennent rien, ils s'attachent surtout aux exercices résolus en classe. S'y opposent les élèves qui réussissent le plus en maths, qui accordent une importance au fait de suivre le cours en classe et apprécient la recherche sur un devoir et sur des exercices à la maison. Dans les deux activités, il s'agit pour eux de rencontrer les objets qu'il y a à apprendre. Pour ces élèves, le recours au cours pour la préparation d'un contrôle n'est pas obligatoire, il s'agirait plutôt d'une référence pour les choses non comprises, tandis qu'une importance particulière est attribuée à la recherche des exercices non résolus. Enfin les autres (s'agirait-il des moyens que l'auteur ne désigne pas ?), suivent un schéma de révision bien régulier : cours, exercices résolus, exercices du livre... Pour résumer, il s'avère que « *le rapport des élèves aux différentes activités d'étude, dans la manière dont ils perçoivent la nouvelle posture en classe de Seconde, la rupture entre Collège et Lycée, et la question d'autonomie qui en découle dépendent en partie de leurs positions scolaires, mais surtout de l'institution-classe à laquelle ils appartiennent* » (ibidem, p.232) et donc du rôle du professeur, et cela par le fait que chaque institution semble créer des conditions d'étude qui lui sont propres et qui déterminent le rapport des élèves.

Erdogan consacre sa quatrième partie à l'analyse du travail des élèves et celui du professeur autour du contrôle, un dispositif représentatif du moment de plus grande autonomie des élèves face à un problème, il s'intéresse également aux conditions de l'étude organisées par l'institution-classe en question. Pour les classes de LK et EB, il commence par étudier le(s) contrôle(s) relatif(s) au domaine algébrique fonctionnel en analysant le(s) sujet(s) et les exercices proposés, puis des copies d'élèves. À partir des productions d'élèves, il conclut que l'absence de trop d'éléments qu'il considère comme relevant du site empêche le travail autonome des élèves au niveau de la résolution d'exercices : « *Certains de ces moyens qui sont les concepts associés à des praxéologies apparaissent uniquement sous forme de méta connaissance, d'autres sont totalement absents. [...] Les analyses nous ont montré combien l'étude institutionnellement demandée était difficile à comprendre et à réaliser pour les élèves en l'absence des concepts qui lui donne du sens* » (ibidem, p.302). De plus, il ajoute que « *les élèves semblent suivre majoritairement les schémas de résolution des problèmes particuliers sans jamais porter une attention aux notions avec lesquelles ils travaillent, sans identifier les types de problèmes et les techniques qui permettent de les traiter. Donc il semble que l'étude est rendue impossible, au moins pour certains élèves sans avoir un minimum de rapport de ce genre à ces objets [du site]. [...] Des élèves qui réussissent, semblent alors réussir en identifiant les types de problèmes et la portée de leurs techniques de résolution, tandis que les élèves qui échouent semblent considérer tous les problèmes comme identiques, relevant de la même technique.* » (ibidem, p.303). Ensuite, il analyse des séances de correction du contrôle et des séances d'enseignement qui ont précédé le contrôle, afin d'explorer comment les professeurs organisent leur enseignement et

comment les élèves peuvent s’emparer des objets du cours et les investir lors de l’étude autonome. Il trouve entre autre que *« tout le travail relatif à l’identification de la portée des techniques mises en place, des types de problèmes différents et des composantes technologiques de ces techniques semblent totalement laissées à la charge des élèves et relèvent de leur étude autonome »* (ibidem, p.346).

Finalement, il met en évidence une soumission importante des professeurs à l’organisation proposée par les manuels, alors qu’ils ne se rendent pas compte que c’est l’institution elle-même qui est la source des difficultés des élèves et de leurs difficultés. Ainsi, indépendamment de leur façon d’encadrer ou pas l’étude personnelle, les professeurs sont empêchés d’aider les élèves dans cette étude par la non cohérence et l’incomplétude des programmes relativement à ce qui a été défini par Erdogan comme site. La conclusion générale de la thèse résume bien la situation problématique du travail personnel: *« Tant que l’étude autonome des élèves n’est pas reconsidérée et ne fait pas l’objet d’engagements didactiques sérieux, tant que le contenu d’enseignement n’est pas conçu comme un tout structuré et signifiant, un ensemble permettant aux professeurs de concevoir une véritable direction d’étude et aux élèves de construire un rapport à une matière d’étude fiable, il ne sera pas possible de confier à l’étude autonome le rôle que l’on attend d’elle pour les apprentissages et d’échapper aux résultats décevants qui découlent des injonctions se traduisant comme "étudiez par vous-même ce que je ne peux vous enseigner", et du mot d’ordre "soyez autonome" qui l’accompagne »* (ibidem, p.387).

4. La classe de Première Scientifique : les travaux de C. Castela

Castela a initialement centré son travail sur la résolution de problèmes. Elle postule que tout problème a en mathématiques une dimension générique qui n'est pas totalement prise en charge par le savoir essentiellement théorique explicitement enseigné et institutionnalisé. Des connaissances complémentaires, d’orientation pratique, considérées comme relevant d’une technologie pratique dans le modèle praxéologique (Castela, 2008b) sont considérés comme des appuis favorisant l’approche de problèmes nouveaux, surtout pour ceux dont la solution suppose des prises d’initiative. Nous reviendrons plus précisément sur ce point à travers notre cadre conceptuel (cf. chapitre III).

Castela s’intéresse notamment à la Première Scientifique, classe qui est marquée pour de nombreux élèves jusque là en réussite en mathématiques par une baisse notable dans la hiérarchie scolaire. Pour Castela, ceci s’explique par le phénomène suivant : le rythme imposé par l’ampleur des programmes et les horaires disponibles imposent aux enseignants de réduire notablement par rapport au collège l’étude en classe de chacun des objets étudiés. On assiste ainsi à un désengagement de l’institution d’enseignement vis à vis de l’étude des praxéologies mathématiques et de la construction des connaissances

pratiques. Nous notons que ces hypothèses ont trouvé une forme de validation au niveau de la seconde dans la thèse d'Erdogan (2006). Plus on avance dans la scolarité au lycée, plus les problèmes à résoudre exigent que les élèves prennent des initiatives. Les lycéens doivent donc investir un territoire de l'étude autonome, en plus du travail organisé par l'enseignant, pour que les savoirs enseignés et les expériences mathématiques vécues aient des effets d'apprentissage. Certains élèves ne sont pas à même de faire face à ces nouveaux besoins, l'inadéquation de leur travail personnel est un facteur qui contribue fortement à leur échec.

Nous nous centrons ici sur la recherche consacrée à des lycéens de Première Scientifique (Castela 2007a, 2007c, 2009). En 2005, Castela mène des entretiens avec 10 élèves de Première Scientifique dans un lycée du centre-ville de Rouen, dont l'origine sociale ne représente pas un facteur explicatif des difficultés. Ces entretiens ont pour objet les façons de travailler. D'environ 45 minutes, ils ont été conduits, en s'inspirant de la technique de l'explicitation, avec une consigne initiale centrée sur le récit de la préparation du contrôle précédant la rencontre. À travers ces entretiens, Castela cherche à explorer les pratiques de préparation d'un contrôle de mathématiques de chaque élève selon son niveau en mathématiques. Elle présente ainsi une description des différents gestes déployés : des gestes de reprise du cours ou des exercices entre deux séances, des gestes d'évaluation de l'état de l'apprentissage relatif aux exercices faits dans la phase de révision du contrôle, des gestes visant à pallier les ignorances diagnostiquées (lecture, lecture et résolutions écrites répétées, implication du professeur dans l'étude personnelle, sollicitation de systèmes didactiques auxiliaires), enfin des gestes de prolongement de l'étude (développement des moments du travail et de l'évaluation de la technique grâce à la résolution d'exercices supplémentaires, développement de la technologie et institutionnalisation, reprise d'une praxéologie ancienne). Ainsi, il est possible de résumer les principales observations comme suit. D'abord, les élèves moyens et bons se distinguent des faibles par le caractère plus systématique et plus rigoureux des gestes qu'ils accomplissent pour évaluer l'état de leur apprentissage à l'issue de la suite de séances pour lesquelles le contrôle représente une forme de clôture. Ensuite, les élèves moyens et bons semblent viser une capacité à reproduire exactement la solution du professeur pour tous les exercices tandis que les faibles sont moins exigeants, travaillant seulement certains exercices et se contentant de gestes de lecture des corrections. Enfin, les gestes de développement de la technologie et de reprise réussie d'une praxéologie ancienne se trouvent chez les bons élèves, tandis que le développement du travail de la technique grâce au recours à des livres d'exercices corrigés est le fait d'élèves faibles ou moyens. On rencontre aussi chez un élève faible une tentative échouée de remédiation à un défaut d'apprentissage sur une praxéologie ancienne.

Ensuite, Castela s'attarde sur le cas de trois excellentes élèves de Première Scientifique, cherchant à comprendre comment leur travail personnel leur permet de faire face aux exigences de cette classe. Elle s'intéresse à la façon dont ces élèves sollicitent des ressources personnelles relatives aux gestes de l'étude des mathématiques pour construire les connaissances nécessaires à leur réussite dans cette discipline et dans cette classe. Il ressort des entretiens que les élèves jusque là en réussite mais qui se trouvent en difficulté à partir de la première S sont ceux qui reproduisent le mode de travail rencontré dans les travaux de Félix (2002a, 2002b, 2004) chez les bons élèves de troisième, une stratégie qui leur a sans doute été bénéfique au collège et en seconde : ils ne reviennent que très succinctement sur ce qui a été fait en classe. Par opposition, les trois meilleures élèves, se rendant compte que le passage en première S produit une déstabilisation et un sentiment d'insécurité, remettent en cause et modifient leurs formes de travail afin de retrouver une efficacité perdue. Entre autres, elles sont capables de donner des exemples détaillés de techniques relatives à des types de tâches correspondant au chapitre révisé ou à d'autres plus anciens et de dégager une technique à partir du nombre très limité d'exercices d'un même type résolu avec le professeur. Ainsi, elles se situent dans une démarche de construction de praxéologie, « *le travail personnel est un espace sur lequel elles exercent une réelle souveraineté* » (Castela, 2007c, p.20). Leur réussite aux contrôles valide les modifications apportées à leur mode de travail, recrée et entretient leur confiance.

5. La classe de Terminale Scientifique : les thèses de C. Silvy et R. Mario

À la suite de la thèse d'Erdogan, Silvy investit la notion de site comme outil central de sa thèse soutenue en 2010 et consacrée aux effets possibles d'une innovation, les restitutions organisées de connaissances (ROC), dans l'épreuve de mathématiques du baccalauréat scientifique. Les ROC répondent à la volonté institutionnelle de redonner plus d'importance à la démonstration au sein des pratiques attendues des élèves. Prendre ce dispositif nouveau comme objet d'étude conduit Silvy à ajouter « *aux différentes composantes du site mathématique une strate plus profonde, le substrat [...]. Il est constitué de choses singulières, des implicites, naturalisées, préconstruits, pour le niveau étudié ; ils peuvent relever du vocabulaire, de la logique (non forcément explicité au niveau étudié), de la théorie des ensembles ou bien des codages usuels en mathématiques ; ils peuvent également relever de méthodes (au sens usuel) de démonstration ou de recherche, de stratégies. Ainsi les choses n'appellent pas de mathématisation pensable dans l'institution concernée* » (p.151). On voit qu'en ajoutant cette nouvelle composante, Silvy peut intégrer à l'analyse en termes de site des éléments que nous rapprochons des savoirs technologiques pratiques de Castela (2008b), non considérés par Erdogan (2006) chez qui l'organisation du site renvoie aux composantes praxéologiques au sens classique en TAD (les objets technologiques considérés sont mathématisables). La thèse utilise l'outil du site mathématique local pour s'interroger sur

l'écologie du dispositif ROC. Elle conclut en postulant que « *la recherche du site des questions dont il traite et dont il prétend aider l'étude pourrait être un élément fondamental du bagage d'un enseignant de mathématiques. Cette recherche et ses résultats le conduiraient à réorganiser ses connaissances privées en un savoir pour enseigner* » (p.291). Nous n'entrerons pas plus dans les détails de cette thèse qui n'est pas orienté vers l'étude du travail autonome des élèves, retenant seulement que, dans sa conclusion, Silvy avance que le site pourrait être un outil possible pour un enseignant se demandant « *comment produire l'organisation des connaissances d'un élève en vue de l'attaque d'une question* » (p.290), autrement dit être à la base d'une aide à l'étude autonome.

Inversement, la thèse de Mario (2012)⁴⁶, inscrite dans la filiation des deux précédentes (les trois thèses ayant été dirigées ou co-dirigées par Mercier), se consacre entièrement au travail personnel réalisé en dehors de la classe par de très bons élèves pour étudier les mathématiques. Il utilise la méthode des épisodes biographiques, empruntée à la sociologie et introduite en didactique des mathématiques par Mercier (1995). Des élèves volontaires ont accepté de se laisser observer et filmer dans des épisodes où, seuls chez eux, ils cherchent des problèmes mathématiques proposés par le chercheur. Cinq élèves de Terminale Scientifique (quatre filles et un garçon), de très bon niveau en mathématiques (moyenne au dessus de 15), d'origine sociale variée et venant de lycées différents ont été sélectionnés parmi des élèves volontaires pour participer à la recherche. Chacun d'entre eux a été filmé cinq fois au cours des deuxième et troisième trimestres, sur des grands thèmes mathématiques du programme de Terminale Scientifique. Ceci fournit l'essentiel des données prises en compte dans la thèse, un entretien venant compléter l'information par des éléments plus génériques sur l'organisation du travail mathématique personnel en classe et hors classe.

La thématique générale de la thèse est l'étude autonome des mathématiques, définie comme « *le travail qui incombe à l'élève et qui lui permet de progresser dans la construction de ses apprentissages initié ou effectué dans l'Institution scolaire* » (p.42). Comme Erdogan (2006), Mario associe étude et apprentissage, y compris si ce qui est à l'étude est une tâche mathématique, en l'occurrence, un exercice ou problème comme c'est le cas dans l'essentiel des données recueillies. La moitié de la thèse étant dévolue à des considérations d'ordre théorique qui mettent en relation plusieurs cadres de la didactique des mathématiques, la partie consacrée à l'analyse des données est relativement réduite. Elle concerne principalement des séances isolées de résolution de problème, on peut donc y voir une contribution aux recherches sur les comportements et spécificités d'élèves en réussite face à ce type de tâches mathématiques. Pour l'interpréter

⁴⁶ Cette thèse soutenue, est pour l'heure non publiée, pour des raisons que nous ne développerons pas. Nous avons choisi de l'évoquer néanmoins pour l'intérêt de certains de ses apports.

comme une recherche sur les façons d'apprendre, il faut postuler que toute évolution contextualisée du rapport d'un sujet à un objet, produite hic et nunc pour résoudre une question, est d'emblée généralisée et stabilisée, ce que nous ne faisons pas. Mario par contre affirme que *« les très bons élèves ne laissent pas passer les occasions d'apprendre »* (p.144) et que, pour eux, *« l'enjeu de l'étude [...] n'est pas la production de réponses à une tâche problématique donnée, mais la construction d'un rapport aux moyens qui permettent la production de réponses adéquates à une tâche du même type »* (p.99), ils sont toujours à la recherche de généralité. Cette affirmation est-elle un résultat de la recherche ?

Nous ne pensons pas que le travail réalisé sur les verbatim des épisodes filmés ait cette portée. La majorité des analyses proposées mettent en avant les gestes qui permettent à l'élève qui étudie une question :

- dans un premier temps, de mobiliser certaines des ressources qu'il s'est construites au cours de ses expériences antérieures avec les praxéologies mathématiques enseignées (ensemble de ressources modélisé par la notion de répertoire mathématique, le répertoire ayant un rapport, bien élucidé par Mario, avec le site d'une question telle qu'envisagé par Silvy (2010) mais qui serait ici considéré au niveau personnel) ;
- dans un second temps, de transformer et réorganiser ce répertoire au service de la question à résoudre.

Empruntant largement aux travaux d'Araya (2008) et de Matheron (2010), Mario fournit une taxonomie des gestes produits par les très bons élèves de son échantillon dans le travail de leur répertoire personnel associé à la tâche. Il retrouve en particulier tous les gestes de réactivation de la mémoire mis en évidence par la thèse d'Araya (2008) chez les enseignants aidant leurs élèves à étudier, ce qui est un résultat très intéressant sur les formes efficaces du travail de résolution de problèmes. Chaque geste de cette taxonomie est illustré par un épisode de résolution d'un élève. Cet outil n'est pas réinvesti dans l'analyse systématique du reste de la séance pour cet élève ni des autres séances filmées (la moitié d'entre elles n'est l'objet d'aucune étude). Les gestes mis en évidence font évoluer le répertoire de l'élève pour la question, et sont interprétés comme modifiant durablement le rapport personnel de l'élève aux objets présents dans le répertoire. Mais la méthodologie adoptée n'apporte de preuve ni de l'évolution effective du rapport, ni de la stabilité de cette évolution. En effet, il n'y a pas d'état des lieux de l'univers cognitif de l'élève avant la séance : on ne sait jamais par exemple ce qui a été étudié en classe. Il n'y a pas non plus de suivi de l'élève sur les thèmes mathématiques abordés dans les exercices d'une séance.

Par contre, les entretiens réalisés avec les cinq élèves en préalable à la recherche apportent des éléments qui plaident vraiment en faveur de l'hypothèse formulée par Mario quant au fait que ces élèves situent toute activité d'étude en mathématique dans une perspective de généricité et d'apprentissage. Ces éléments, assez marginaux dans la thèse, nous intéressent donc particulièrement, ils sont la contribution véritable de cette recherche à la thématique de notre revue de travaux. Nous nous autorisons à nous y attarder en citant les élèves.

Il apparaît d'abord explicitement (Mario, 2012, p.246) dans les propos des cinq élèves que les séances en classe sont un premier moment d'étude et d'apprentissage pendant lequel ces élèves sont intellectuellement très actifs, cherchant à comprendre les contenus nouveaux, en interrogeant si nécessaire le professeur : ceci signifie « *comprendre la place des propriétés et formules lorsque le professeur explique par des exercices, comprendre les relations entre les propriétés, les théorèmes [...], structurer la leçon* » (élève F), « *situer les nouvelles notions étudiées par rapport aux autres existant* » (élève VC). L'élève L qui dans son entretien insiste sur le repérage des techniques, dit aussi : « *Les démonstrations en classe m'aident beaucoup car je vois les liens que je pourrai construire lorsque j'étudie seule les exercices* ». Ces propos montrent que leur travail se situe au niveau du savoir théorique (cohérence interne et inscription dans le corps des savoirs antérieurs) et de sa fonction technologique par rapport à des techniques dont l'étude est commencée avec le professeur. L'étude autonome hors classe se divise ensuite en deux composantes.

Les cinq élèves disent faire beaucoup d'exercices qu'ils vont chercher dans de nombreux livres (trois d'entre eux font référence à des "vieux livres") et sur internet. Deux finalités sont énoncées pour ce travail où nous reconnaissons la poursuite de ce qui a été commencé en classe.

- Structurer le savoir nouveau : « *je fais beaucoup d'exercices pour connaître les liens implicites relatifs aux objets mathématiques* » (élève AC, p.257), « *En étude autonome, par des exercices j'apprends comment construire des liens mathématiques* » (élève V, ibidem, p.282) ;
- Repérer des techniques et voir comment les savoirs nouveaux y participent : « *Les formules du cahier tout le monde les connaît mais les utiliser pour répondre aux questions c'est ce que je fais en étude autonome. J'apprends à les tisser avec d'autres formules qui ne sont pas dans la leçon. [...] J'apprends beaucoup de choses en faisant les exercices dans mes livres* » (élève F, ibidem, p.283), « *en faisant des exercices différents je vois bien les méthodes et les techniques qu'il faut utiliser...je sais que si je fais pas des exercices et des recherches dans les livres je peux pas savoir les choses qu'il faut faire* » (élève L, ibidem, p.457)

Enfin, trois élèves déclarent faire des recherches dans les ressources déjà citées pour approfondir et compléter le texte du savoir mathématique fourni par le professeur : « *Le cours est clair, précis et concis mais c'est un résumé, il y a beaucoup de sous-entendus de notions [...] j'utilise beaucoup de livres et je découvre dans mes livres des présentations de notions et des démonstrations qui sont plus riches que celle exposées dans les séances de cours en classe* » (élève V, ibidem, p.281), « *C'est en faisant des recherches sur internet et dans des livres de maths qui ne sont pas des livres que le prof nous conseille que je découvre d'autres informations sur les notions étudiées en classe. Il y a beaucoup de notions mathématiques qui ne sont pas détaillées dans les cours en classe.* » (élève AC, ibidem, p.257). Pour ces deux élèves, deux séances filmées ont apporté la confirmation de leur déclaration : l'un sur la notion de fonction de répartition, l'autre sur celle d'antidépense, s'est livré à la recherche et l'étude de textes permettant l'étude de ces objets de savoir non traités en classe mais liés à l'un des exercices cherchés.

En conclusion, on peut dire que, même si les séances filmées ne soutiennent pas à nos yeux ses propos, Mario peut légitimement résumer les cinq entretiens de la façon suivante : « *l'étude autonome mérite son nom, puisque les élèves cherchent à se confronter à d'autres normes que celles de leur professeur, à la fois en allant chercher d'autres exercices, en les cherchant dans d'autres ouvrages, et en étudiant d'autres organisations du texte, à partir d'une enquête large pour laquelle le net est mobilisé : bref, si le professeur désigne la matière de l'étude, c'est leur initiative qui la rend consistante.* » (ibidem, p.130). On retiendra que l'organisation du travail à la maison de très bons élèves qui ressort de cette recherche s'oppose point par point à ce qu'avait mis en évidence Castela (2007a, 2007c, 2009) en Première Scientifique : les très bons élèves interviewés de son échantillon ne travaillent qu'à partir des exercices résolus à la demande du professeur, ils ne sollicitent aucun système didactique complémentaire, que ce soit pour les exercices comme pour un approfondissement des notions enseignées, objectif qui n'apparaît à aucun moment dans les entretiens. Ceci confirme qu'il existe plusieurs formes de travail hors classe efficace au lycée.

6. Conclusion

Nous pouvons séparer les travaux concernant le lycée en deux groupes. En premier lieu, nous retenons des études transversales en sciences de l'éducation qui portent sur le travail des lycéens en général sans s'attarder sur les spécificités disciplinaires (Barrère et Michaut). En partant du constat que, malgré leur travail beaucoup élèves ne réussissent pas, Barrère cherche à comprendre ce que font concrètement les lycéens lorsqu'ils travaillent et ce qui fait que leur travail est inefficace. Elle montre que la réussite n'est pas déterminée par le volume du travail hors classe mais plutôt par la gestion et l'organisation du travail scolaire, affectées par des difficultés qui découlent de

l'incertitude sur des normes du travail scolaire. Michaut s'intéresse aussi au travail des lycéens, en particulier aux devoirs à la maison en cherchant à explorer les disparités de temps et de méthodes du travail personnel des lycéens, puis à les expliquer grâce à des caractéristiques sociodémographiques et scolaires. Il met en évidence une diversité de la durée et des modalités du travail personnel des lycéens, sans considérer une discipline particulière d'enseignement, et établit qu'elles sont moins corrélées aux performances scolaires qu'au genre, à l'origine sociale et à la filière. Ces résultats sont comparables à ceux de Barrère qui postule que les inégalités scolaires sont en partie dues au milieu socioculturel des élèves et que les lycéens ne travaillent pas différemment suivant les matières. Toutefois, Barrère ne trouve pas de différences entre les filières, tandis que Michaut met en avant la filière dans ses corrélations. Par ailleurs, les deux auteurs établissent une classification des lycéens en quatre catégories qui permettent de décrire les méthodes de travail privilégiées par chaque type d'élèves. Barrère détermine quatre figures de lycéens (figures d'adéquation - bosseur et fumiste, figures de tension ou de dérégulation – touriste et forçat) en fonction de leurs résultats scolaires d'une part et de leur temps de travail d'autre part. Michaut fait de même en recherchant des liens entre les méthodes de travail d'une part, le niveau scolaire, le temps de travail personnel, les activités extrascolaires et les critères sociodémographiques d'autre part. Il dégage quatre figures de lycéens (dilettante, productif, oisif, et laborieux) que l'on peut associer aux profils de Barrère.

Par ailleurs, les travaux en didactique des mathématiques s'intéressent au travail personnel en mathématiques en se focalisant chacun sur une classe de l'enseignement secondaire (Erdogan, Castela, Silvy et Mario). Erdogan s'intéresse au travail personnel des étudiants en classe de Seconde, partant de l'hypothèse que ce travail pose des problèmes didactiques qui nécessitent un accompagnement particulier pour de nombreux élèves. Ainsi, se centrant sur le domaine de l'algèbre et des fonctions, il cherche à déterminer la nature de ce travail personnel, ses enjeux didactiques et les conditions de son fonctionnement, avec comme objectif la construction d'un diagnostic visant à l'amélioration des conditions de l'étude. Dans la même perspective, Castela cherche à explorer les pratiques de préparation d'un contrôle de mathématiques d'élèves Première Scientifique. Elle s'intéresse aux différents gestes déployés par les élèves selon leur niveau en mathématiques (bons, moyens et faibles) puis s'attarde sur le cas de trois excellentes élèves de Première Scientifique, cherchant à comprendre comment leur travail personnel leur permet de faire face aux exigences de cette classe. Tous les deux mettent en avant le rôle de l'institution (à travers le professeur) dans l'organisation de l'étude autonome et les difficultés engendrées par le fait que cette dernière ne les prenne pas ou plus totalement en charge au lycée. De même, Erdogan et Castela s'attardent sur la dimension personnelle de l'étude autonome mais sous deux angles différents. Erdogan se penche sur le rapport des élèves aux différentes activités d'étude qui est aussi déterminé

par les conditions d'études établies ou non par le professeur dans sa classe. Castela mène une analyse des gestes d'études en termes de production et reproduction des savoirs technologiques pratiques d'une praxéologie, que nous pouvons rapprocher de la composante "substrat" du site mathématique introduite par Silvy. La thèse de Mario porte sur le travail personnel réalisé en dehors de la classe par des élèves de Terminale Scientifique pour étudier les mathématiques à partir de la résolution de problèmes proposés par le chercheur. Cette recherche n'adopte pas la même perspective que celles de Castela et Erdogan, puisqu'il s'agit de très bons élèves qui sollicitent des systèmes didactiques complémentaires lors de l'étude hors classe de afin d'approfondir et compléter le texte du savoir mathématique fourni par le professeur. De plus, Mario affirme que, face à des tâches problématiques, les élèves observés situent toute activité d'étude en mathématique dans une perspective de généricité et d'apprentissage, ce qui n'est pas, selon l'hypothèse de Castela, le cas de tous les élèves.

SECTION 3 : TRAVAUX RELATIFS À L'UNIVERSITÉ

La massification universitaire et les taux d'échecs et d'abandons en premier cycle ont attiré l'attention de nombreux chercheurs sur les difficultés des étudiants à « *passer de l'état de lycéen à celui d'étudiant* » (Boyer et Coridian, 2002, p.2), ainsi que sur les dispositifs d'accompagnement et d'aide. Plusieurs études sont menées, notamment en sociologie et sciences de l'éducation, s'intéressant entre autre au travail personnel des étudiants à travers les pratiques d'études hors-classe, comme composantes de leur "métier d'élève" dans le supérieur. Alava et Romainville (2001) soulignent l'importance du contexte disciplinaire et institutionnel pour l'apprentissage en milieu universitaire : « *L'étudiant doit réussir son affiliation au monde universitaire en général, mais aussi aux sous-cultures qui composent sa filière d'études. Chaque discipline possède, en effet, ses traditions et catégories conceptuelles, ses manières de poser les problèmes et de les traiter alors que ces fondements demeurent largement implicites. L'étudiant débutant doit pourtant se les approprier dans une interaction avec les modes de penser et connaissances acquis précédemment.* » (p.14). Dans cette perspective, on ne peut que s'étonner du très faible nombre de recherches sur le travail des étudiants prenant en compte les spécificités disciplinaires. En sociologie et sciences de l'éducation, les travaux de Millet, de Monfort, et de Boyer et Coridian en sont de rares exemples, auxquels s'ajoutent quelques rares travaux en didactique des mathématiques et *mathematics education*. Par ailleurs, d'autres études suivent une démarche plus générique qui s'intéresse aux façons de travailler en général, sans prendre en compte la spécificité de la discipline ni la nature des savoirs enseignés. Nous citons en exemple une partie des travaux de Rayou.

1. Comparaison sociologie/médecine : les travaux de M. Millet

Les divers travaux de Millet, issus principalement des recherches pour sa thèse de doctorat soutenue en 2000, portent sur la comparaison des pratiques et apprentissages des étudiants de deux filières (fortement différenciées de tous les points de vue), la médecine et la sociologie. Il s'intéresse à l'action socialisatrice des matrices disciplinaires sur les conduites étudiantes, tout en ne négligeant pas la question des inégalités liées à l'origine sociale des étudiants dans l'accès aux diverses filières universitaires. Partant du principe que « *les différents savoirs dispensés ne sont pas tous équivalents dans les effets sociaux-cognitifs qu'ils produisent* » (2003, p.9), Millet cherche à « *appréhender les formes du travail intellectuel étudiant, ses pratiques, ses techniques, ses représentations, contextuellement, en les replaçant au sein des logiques de connaissance propres aux savoirs et aux champs disciplinaires étudiés* » (1999b, p.57), sans s'attarder sur les différences individuelles qui peuvent exister entre les étudiants. L'analyse des spécificités disciplinaires, qui donne une dimension tout à fait didactique au travail réalisé, conduit Millet à mettre en avant trois aspects cruciaux de la différence entre sociologie et médecine. « *Celui d'abord du statut épistémologique des savoirs enseignés [qui] différencie la médecine dont l'activité s'appuie sur un corps constitué de lois biologiques, physiologiques, chimiques, sur des tableaux cliniques et des protocoles expérimentaux, de la sociologie comme science empirique et historique de l'interprétation. Celui, ensuite des logiques de connaissance qui oppose aux certitudes d'un savoir médical déjà là, dispensé en dehors des préoccupations de la recherche, les incertitudes d'un savoir sociologique transmis comme un savoir en cours de construction. Celui, enfin, des traditions intellectuelles et pédagogiques, qui distingue la culture scientifico-technique des études médicales de la culture sociologique proche, à bien des égards, d'une culture littéraire.* » (2003, p.75). Dans sa comparaison, il se centre sur les activités d'apprentissage les plus spécifiques de chaque filière, soit l'assimilation des cours pour la médecine et la lecture-écriture pour la sociologie. Son but est de montrer qu'il ne s'agit pas simplement d'apprentissage de connaissances, mais plutôt d'intériorisation de « *formats de pratiques intellectuelles, des manières de travailler et des modalités d'exercice de la connaissance, [les étudiants] incorporent des formes de pensée, des manières de dire et de raisonner spécifiques, tout à la fois constitutifs de leurs savoirs disciplinaires et de leur métier d'étudiant* » (1999a, pp.188-189).

Pour atteindre cet objectif, Millet mène une enquête auprès d'étudiants en troisième année de médecine et de sociologie à Lyon, en croisant des entretiens approfondis (60) menés avec les étudiants, des documents écrits (notes de cours et de lecture...) et une documentation détaillée de l'organisation des études et des programmes dans les filières en question. À cela s'ajoutent des données statistiques de l'Observatoire de la Vie Étudiante. Des étudiants issus de différents milieux sociaux et ayant des conditions matérielles variées ont été intentionnellement choisis, tandis que la variable sexe a été

mise à la marge. L'étude révèle qu'en médecine, l'important est de connaître par cœur un corpus de connaissances universelles définies et organisées, de se l'approprier sans avoir à produire soi-même un savoir. Ainsi, les pratiques des étudiants sont plutôt stables et homogènes, voire même routinisées, accordant une importance majeure au cours. Leur activité centrale est la mémorisation des notes de cours qui peut être facilitée par certaines techniques comme la synthétisation des notes par des fiches afin de réduire la densité du contenu, et l'écriture de ce qui est à savoir en guise d'"auto-récitation" ou d'"autodictée" du cours. Aucune investigation ou documentation personnelle n'est requise, au contraire ces pratiques sont déconseillées. Sur le plan institutionnel, tout est clairement déterminé dans cette filière : les programmes d'études, l'organisation du travail, ainsi que les perspectives d'avenir. Millet met en avant un très fort encadrement des pratiques d'étude pendant la première année, conclue par un concours régional recrutant parmi les étudiants d'une même faculté. Cet encadrement, déjà effectif à l'université, est accentué dans les cours privés payants de préparation au concours auxquels ont recouru, sauf exception, tous les étudiants encore présents en 3^{ème} année du cursus. En multipliant contrôles et classements, entraînements, exercices et colles, voire conférences sur les méthodes de travail, les cours privés entretiennent un esprit de compétition non dépourvu de pratiques déloyales mais ils créent aussi pour les étudiants qui y ont accès « *un lieu de travail indépendant, aménagé pour l'étude, dans lequel ils bénéficient d'une atmosphère studieuse, de ressources matérielles et intellectuelles, et qui leur fournit le moyen de rompre l'isolement auquel conduit parfois l'entrée dans l'enseignement supérieur.* » (2000, p.104). Les étudiants des années supérieures y jouent un rôle crucial, assurant la transmission des normes universitaires en médecine en même temps qu'ils dispensent des conseils pratiques permettant d'y satisfaire. « *En réglant soigneusement le déroulement des activités dans le temps, les cours privés [...] obligent le travail, les manières de le concevoir, inculquent un ensemble de techniques de travail qui, loin de disparaître avec le concours, organisent encore par la force de l'habitude, les apprentissages des années ultérieures.* » (ibidem, p.107). Les études sont un élément socialisant central pour les étudiants de médecine, aspect particulièrement mis en avant dans les enquêtes de Darmon (2013) et Daverne et Dutercq (2013) sur les classes prépas.

En sociologie, les pratiques et connaissances ne sont pas unifiées, et il ne s'agit d'acquérir un savoir prédéfini, mais plutôt de suivre des lignes d'analyse et d'adopter des approches et méthodes afin de constituer son propre savoir. Pour ce faire, les étudiants, dès la première année, doivent s'engager dans une démarche d'investigation à travers la lecture critique et le déchiffrement de textes longs et complexes, la prise de notes sélective, la mise en fiches, un travail de documentation personnelle qui mène à la construction d'un capital de référence. Ce travail est nouveau pour la plupart des étudiants de première année. Or, note Millet (2003), « [il] ne fait pas toujours l'objet, tant au niveau de ses finalités et de ses moyens, d'une explicitation de la part d'une institution qui laisse ainsi

planer le flou sur le travail à faire et les manières de le faire » (p.123). Contrairement au cas de la médecine, l'enseignement de sociologie ne crée pas les conditions d'inculcation des techniques de l'étude, il contraint donc les étudiants à se débrouiller seuls. Ce que la plupart d'entre eux peinent à réussir dans la mesure où « *les différents exercices à réaliser [...], qui supposent un travail de fabrication intellectuelle, ont pour principe des logiques peu codifiées en ce qu'ils ne reposent pas sur la reproduction simple de modèles de raisonnement strictement transposables.* » (ibidem, p.123). Millet attribue l'absence d'organisation institutionnelle de la transmission des pratiques à plusieurs facteurs dont on peut penser que la plupart sont communs à d'autres domaines disciplinaires. En premier lieu, il insiste sur les conditions matérielles de l'enseignement universitaire, tout particulièrement dans une discipline comme la sociologie qui a vu ses effectifs enfler depuis plusieurs années : « *le nombre d'étudiants auquel [chaque enseignant-chercheur] doit faire face, [...], la primauté de la parole magistrale dans l'enseignement, la liberté d'assistance aux cours, les échéanciers placés en fin d'année universitaire* » (2000, p.266). Il relève aussi des difficultés objectives à décontextualiser des techniques généralement très spécifiques et donc à en organiser l'apprentissage mais aussi des difficultés plus subjectives à s'engager dans un tel travail de la part d'enseignants-chercheurs « *d'avantage reconnus pour leur contribution personnelle au développement d'un savoir que pour la qualité de leur activité d'enseignement* » (2003, p.136). Enfin, à un niveau plus idéologique, il n'exclut pas une certaine pérennité d'une influence des « *représentations romantiques du travail intellectuel dont les disciplines à dominante littéraire sont encore les héritières* » (ibidem, p.137).

Une autre dimension est productrice de difficultés au passage du lycée à la faculté de sociologie et oppose celle-ci aux études médicales, c'est « *l'effacement [...] des mécanismes institutionnels de régulation [...] du travail universitaire* » (ibidem, p.118). Ce phénomène vient relayer « *l'inconstance de la détermination scolaire de cette partie, largement dominante, du public étudiant sociologue pour qui non seulement l'orientation en sociologie constitue un choix forcé mais qui songe également à trouver ailleurs les solutions d'avenir que leurs études ne profilent pas.* » (ibidem, p.118). Peu enclins à se contraindre au travail quand l'université ne le fait pas, ces étudiants profitent des possibilités trompeuses qui leur paraissent offertes, et d'abord du faible nombre d'heures d'enseignement, pour diversifier leurs activités, activités qu'ils laissent s'immiscer dans leur temps d'étude, rendant le travail universitaire aléatoire, possiblement réduit et discontinu, donc de faible efficacité. « *En reconstruisant la nature sociale-cognitive des savoirs et des relations d'apprentissage disciplinaire, le travail de M. Millet ambitionne de contribuer à une sociologie des savoirs, comme élément nécessaire d'une sociologie de l'éducation.* » (Rey, 2005, p.17)

2. Enseignements scientifiques : les travaux de V. Monfort

Monfort (2000) s'intéresse au travail personnel des étudiants de première année de DEUG mention sciences (mathématiques et physique). Cette filière lui paraît particulièrement intéressante dans la mesure où elle réunit plusieurs conditions qui devraient être propices à un parcours universitaire réussi : des disciplines de longue tradition d'enseignement, des programmes bien établis, des effectifs relativement modérés, à quoi s'ajoute, selon elle, un recrutement d'étudiants de bon niveau (ils « *se classent juste derrière les meilleurs lycéens qui entrent en classes préparatoires aux grandes écoles après le baccalauréat* », p.59). Pourtant le taux d'échec et d'abandon pendant les deux premières années du DEUG est élevé. Paradoxalement, les jeunes inscrits en Sciences échouent à leurs examens alors qu'ils se sentent relativement désœuvrés. Autrement dit, ils ne perçoivent pas les attentes universitaires et/ou ne savent pas comment y satisfaire. C'est pourquoi Monfort consacre sa recherche non seulement aux pratiques des étudiants mais aussi au processus de transmission des normes du travail. Considérant que les méthodologies de questionnaires et entretiens « *portent davantage sur les représentations qu'ont les étudiants de leurs pratiques que sur les pratiques elles-mêmes* » (p.57), elle adopte une approche ethnographique.

Elle mène une enquête sur deux ans auprès d'étudiants en première année de DEUG sciences (spécialités mathématiques et physique) dans trois universités (à Paris, en banlieue et en ville moyenne), où elle croise observations régulières des séances de cours (travaux dirigés et cours magistraux), entretiens et données quantitatives. Ses observations ont pour but d'explorer les pratiques des étudiants face au travail ainsi que leurs relations avec les différents enseignants et étudiants à travers l'étude des interactions. Les entretiens semi-directifs portent sur le passé scolaire des étudiants, leurs façons de travailler et leurs perceptions de l'institution. Les données quantitatives concernent les caractéristiques sociodémographiques des étudiants et les statistiques décrivant le taux de réussite en première année. De plus, Monfort quitte la situation d'observateur pour prendre en charge un TD d'introduction à la sociologie, un « *changement de statut qui a favorisé la compréhension de l'organisation pédagogique de l'établissement et des relations entre ses membres* » (p.60).

Monfort fournit d'abord un descriptif de la structure et du fonctionnement des cours en première année de DEUG, en adoptant une approche comparative avec le lycée. Sans qu'elle le dise clairement, il semble qu'elle présente dans cette partie ce qui est attendu par l'institution. Dans un premier temps, elle s'intéresse aux 22 à 30 heures de présence hebdomadaire à l'université qui se divise classiquement en une petite moitié de Cours Magistraux, le reste étant constitué de Travaux Dirigés et Travaux Pratiques. Dans les premiers, l'étudiant est supposé « *écouter et garder trace de ce que dit le professeur* » (p.60), ce qui correspond à une posture publique passive relativement au savoir. Dans les

TP, il est nécessairement actif puisqu'il expérimente. Dans les TD, il travaille autour d'exercices utilisant le savoir enseigné. Monfort a pu constater ce qu'elle pointe comme une différence avec le lycée dans la difficulté des exercices à résoudre ; ceux-ci nécessitent plus d'initiatives de la part des étudiants. Comment réagissent les étudiants ? Cela dépend de l'organisation du chargé de TD puisque dans la plupart des cas observés par Monfort, les exercices doivent être cherchés avant la séance, celle-ci étant consacrée à la correction au tableau. Or, et on retrouvera ce résultat plus loin chez Boyer et Coridian (2002), les deux tiers des étudiants ne font pas le travail préalable, ce qui implique que le travail effectif est au mieux fait en TD. Cependant, Grenier-Boley (2014) qui regarde les pratiques en TD de première année de Licence en mathématiques à travers une vidéo a constaté que l'enseignant ne laisse quasiment pas le temps aux étudiants de chercher, ce qui laisse sceptique sur la participation effective des étudiants au TD. Cependant, Monfort a pu observer une autre organisation, un enseignant prétendant faire chercher en petits groupes des exercices pendant ses TD. Elle note que les étudiants dont elle suit le travail ne persévèrent pas dans leur recherche, ils s'arrêtent à la première difficulté et attendent que l'enseignant apporte l'indication qui ramène la tâche à un niveau inférieur.

En outre, il ressort des entretiens menés par Monfort que les différentes façons d'aborder le travail en TD ne mènent pas les étudiants à considérer le changement de niveau des exercices comme nécessitant de leur part des apprentissages nouveaux, notamment au niveau des méthodes. En dehors des heures de cours, les étudiants sont supposés réaliser un travail personnel régulier (relire et compléter les notes de cours, préparer les exercices d'un TD...), mais, pour les cours comme pour les TD, les pratiques des étudiants sont très diverses. S'ajoutent enfin les activités exceptionnelles de préparation des épreuves d'évaluation en fin de chaque semestre. En résumé, Monfort observe que cette première année se situe pour certains aspects dans la continuité du lycée : nombre d'heures de présence, nature des matières étudiées, pratiques de travail déjà rencontrées (prise de note, résolution d'exercices), examens ressemblant au baccalauréat. D'autres aspects constituent une rupture : assiduité non contrôlée, nombre important d'heures consacrées à la présentation du savoir sans sollicitation des étudiants, exigences supérieures sur les exercices, non encadrement de la préparation d'évaluations portant sur le semestre et dont la forme est par ailleurs indéterminée.

Malgré l'homogénéité de recrutement de cette section et la proximité entre le travail exigé et celui du lycée, les étudiants manifestent une réelle diversité de pratiques, suggérant ainsi que leur travail n'est pas régi par de normes précises. Monfort étudie donc « *l'existence et le mode d'imposition de règles [prescriptions et interdictions] concernant les pratiques de travail de ces étudiants* » (p.62). Plus précisément, elle essaye de voir si des normes, susceptibles de servir de repères aux étudiants de première année, s'établissent lors des échanges entre différentes catégories d'agents impliqués

dans la situation universitaire, étudiants de différentes promotions d'une part, enseignants et étudiants d'autre part. En ce qui concerne la première catégorie, les étudiants de première année manquent de contact avec ceux de deuxième année, il n'y a donc guère de transmission d'une culture du travail d'une promotion à l'autre. Il pourrait exister des échanges au sein d'une même promotion entre les bons étudiants et les plus faibles. Mais les premières notes arrivent tard dans l'année (janvier), de plus le mode de transmission des résultats (notes affichées par noms alors que les étudiants ne se connaissent pas, et sans commentaires de la part des enseignants) ne favorise pas la connaissance mutuelle du degré de réussite. Par ailleurs, lors des échanges au cours du semestre, les étudiants ont tendance à dévaloriser leurs compétences et le travail qu'ils ont effectué, ils ne donnent pas de renseignements précis sur les méthodes adoptées pour organiser leurs révisions, ce qui les empêche de se situer les uns par rapport aux autres en termes de capacités et de pratiques de travail.

En ce qui concerne les repères provenant des enseignants, Monfort note d'abord que, si les règles de fonctionnement global de la première année de DEUG sont décrites dans un fascicule distribué aux étudiants, celui-ci ne traite pas des exigences de comportement ou de travail attendues des étudiants. Certains repères peuvent être donnés par les enseignants à propos de la nature du travail à accomplir, en préparation des TD notamment, mais ils restent insuffisants. Monfort cite ainsi longuement le discours d'une chargée de TD débutante qui en séance manifeste de manière peu convaincue et confuse sa demande que les exercices soient travaillés avant la séance. Elle fait face à une véritable résistance des étudiants qui se croient « *autorisés à ne fournir que des efforts réduits* » (p.66). Le brouillage des repères est par ailleurs favorisé par une grande diversité des attentes des enseignants, tant au niveau des modalités de travail (Monfort mentionne la variété des organisations du travail en TD) que du comportement en cours. On assiste ainsi au fil de l'année au développement d'un laisser-aller sur l'assiduité, la ponctualité, la réalisation du travail, que les étudiants s'habituent à considérer comme la norme universitaire. Monfort note enfin que les examens ne contribuent ni à mieux définir les attentes, ni à améliorer les pratiques de travail : non préparés par les enseignants, ils ne sont pas non plus corrigés. « *Il ne semble donc pas que l'évaluation ait pour fonction de les [les étudiants] aider à s'organiser, en leur permettant [...] de comprendre les critères de notations et le niveau de compétences souhaitées.* » (p.66). « *La norme de travail ne s'impose pas au nom de l'ensemble des enseignants, ce qui lui aurait donné la force d'une norme institutionnelle, mais enseignant par enseignant. [...]* Ce que cherche à imposer un enseignant de façon isolée n'est pas légitimé par la pratique de ses collègues et semble aux étudiants arbitraire et non nécessaire. » (p.68). Or, contrairement au lycée, les enseignants à l'université disposent de peu de moyens de pression pour imposer certaines formes de travail. Mais, remarque enfin Monfort, « *si le fonctionnement universitaire limite l'expression de l'autorité des enseignants, il*

contribue à modérer l'envie même de manifester des exigences » (p.69). Elle cite pour justifier cette affirmation la présence d'une conception de l'enseignement dépréciant les dimensions pédagogiques et d'encadrement du travail. Elle évoque également le fait que les chargés de TD, souvent vacataires, sont peu impliqués dans la conception des fiches d'exercices et peuvent être en situation de les découvrir en même temps que les étudiants.

Il résulte de ce qui précède que la principale source des pratiques de travail provient des étudiants eux-mêmes. Dans la mesure où l'université est perçue par ces derniers comme prolongeant le lycée, des pratiques lycéennes sont importées, elles subissent ou non des modifications. Par exemple, Monfort constate que les étudiants s'imposent une assiduité de présence au cours malgré l'absence de contrôle. Par contre, l'uniformité de comportement est moindre pour le travail relatif aux TD, marquant une certaine prise de distance avec l'usage, au moins pour les élèves sérieux, de la filière scientifique des lycées. Monfort a ainsi pu observer une pression collective en faveur de la non-préparation des exercices : pression discrète ressentie par les étudiants sérieux qui ne mettent pas en avant leur travail, pression plus manifeste sur les enseignants qui réclament un travail non exigé par leurs collègues. Plus globalement, un effet de groupe se développe au fil de l'année, imposant certaines normes de comportement en séance.

Compte tenu de la faiblesse des processus d'imposition de normes décrits précédemment, il n'est pas étonnant que la plupart des normes de travail soient individuelles, c'est-à-dire que les étudiants cherchent dans leur passé scolaire des références leur permettant de pallier le manque de prescriptions institutionnelles visant à encadrer leur travail, un manque qui les désoriente par rapport au lycée. Ils essaient de s'imposer certaines contraintes de travail mais finissent par les abandonner dans la majorité des cas. Et ils ne trouvent pas dans leur expérience lycéenne des pratiques permettant d'affronter les aspects spécifiques de l'Université, notamment ce qui concerne la nature et l'organisation du travail personnel ordinaire, la planification des révisions semestrielles. Ils essaient alors d'inventer des façons de faire qui leur sont propres, reposant sur un travail individuel, et en lesquelles ils n'ont pas confiance ce qui finit par les isoler des autres. Un point particulièrement problématique pour les étudiants concerne la capacité à se mettre au travail en l'absence de contraintes institutionnelles. *« L'observation met en évidence le manque de régularité dans le travail : ils remplissent les tâches scolaires de façon intermittente. »* (p.72). Ainsi dans le temps ordinaire du semestre, ils n'accomplissent pas le travail d'étude du cours et de préparation des TD qui leur permettrait de s'approprier progressivement les contenus enseignés. Pendant la courte période dont ils disposent pour préparer les examens, percevant pour la première fois une vraie demande de l'institution, ils se mettent à un travail intensif qu'il leur est très difficile de réaliser en si peu de temps. *« Les étudiants rencontrent donc des difficultés pour concilier leur travail quotidien et leurs objectifs à long terme. [...] Ils*

réussissent d'autant plus mal qu'ils sont persuadés de ne pas avoir beaucoup de travail à fournir en dehors des périodes d'examen et que l'Université ne fait rien pour les détromper. » (p.72). S'ils identifient mal les origines de leurs difficultés, ils ont cependant conscience que leurs méthodes ne sont pas efficaces et essaient donc de les modifier au cours de l'année, *« ce qui accentue le désordre de leurs pratiques. Ils vivent leurs premiers temps à l'Université avec un sentiment de doute lié tout à la fois au manque de repères, à la rupture avec le modèle rassurant du lycée, à l'isolement et à l'impression d'inefficacité »* (pp.72-73). Ces étudiants développent alors un sentiment d'abandon par l'institution qui les démoralise, c'est une dimension qui apparaît nettement dans les entretiens réalisés.

Monfort conclut en retenant que des étudiants scientifiques au parcours scolaire sans accidents se trouvent en difficultés en DEUG Sciences, en particulier du fait de leur incapacité à se doter de pratiques de travail leur permettant de faire face aux attentes universitaires, dans le cadre d'un moindre encadrement par rapport au lycée. Elle insiste sur l'importance de la définition et de la transmission de normes de travail dans le contexte créé par le nouveau public inscrit à l'université.

3. Filières Droit, Histoire, Sciences et Psychologie : les travaux de R. Boyer et C. Coridian

Parmi les recherches de Boyer et Coridian, nous nous intéressons particulièrement à celle qui porte sur le travail des étudiants en première année de DEUG (2002). Ce public est considéré tant pour l'hétérogénéité de son passé scolaire que pour les choix d'inscription souvent forcés dans cette formation, deux caractéristiques qui l'opposent à celui des filières sélectives, et qui déterminent fortement la réussite de ces élèves. À leur arrivée à l'université, et face à la rupture avec le lycée et les difficultés d'adaptation, les étudiants doivent *« apprendre de nouvelles normes et formes de travail qui restent en grande partie implicites »* (p.2). Boyer et Coridian s'intéressent donc aux pratiques de travail quotidiennes des entrants à l'université afin de comprendre la réussite et l'intégration de certains, opposées à l'échec et l'abandon des autres. De précédentes recherches sur les grandes filières du supérieur portant sur la régularité et l'intensité des manières d'étudier ont permis de montrer que *« chaque type d'études est producteur de style de travail scolaire et [...que] les différentes filières du supérieur constituent en fait de véritables matrices socialisatrices »* (p.3). Mais, constatant que les oppositions dégagées entre types d'études ne permettent pas de déterminer des spécificités disciplinaires ni d'obtenir des informations sur les modalités d'appropriation des savoirs propres à chaque domaine académique, ils décident de comparer les pratiques d'étudiants de différentes disciplines, en se fondant sur l'hypothèse que *« chacune construit une organisation propre de ses savoirs et de ses formes de transmission, d'apprentissage et d'évaluation »* (p.3).

Boyer et Coridian enquêtent dans deux directions, étudiants et enseignants. Pour les premiers, ils conjuguent un questionnaire avec des entretiens semi-directifs. Le questionnaire, composé de 170 questions fermées, porte entre-autre sur les pratiques d'études avant, pendant et après les cours et TD. Plus de 600 questionnaires ont été complétés par des étudiants de première année inscrits en Droit, Histoire, Sciences et Psychologie dans trois universités différentes en France. Ces données ont été croisées avec les résultats des étudiants. De même, 80 entretiens ont été conduits avec des étudiants volontaires, afin d'explorer leurs pratiques quotidiennes de travail et leur rapport aux différentes modalités de travail à l'université. Pour le coté enseignants, ils ont interviewé des enseignants-chercheurs intervenant en première année dans les disciplines considérées à propos des pratiques d'études qu'ils attendent des débutants ; l'objectif est de dégager des traits communs de la culture universitaire, ainsi que des pratiques et exigences spécifiques aux disciplines.

Les premiers résultats proviennent des conseils donnés par les enseignants, plutôt adressés aux élèves majoritaires dont le niveau est moyen, voire médiocre, considérés comme manquant de compétences cognitives et méthodologiques. Quelle que soit la filière ou la discipline, les enseignants encouragent les élèves à s'engager dans un travail régulier et assidu, tant à travers une participation active aux cours qu'un travail personnel intense, et à utiliser les outils mis à leurs disposition. Ils donnent moins de conseils concernant les méthodes de travail, laissant à chacun la responsabilité de développer celle qui lui convient. L'ultime objectif derrière ces conseils est l'incitation au développement d'une autonomie intellectuelle.

Les données recueillies auprès des étudiants nous informent sur leurs pratiques. Elles révèlent l'existence de modalités de travail valorisées par tous les étudiants comme facteurs essentiels de réussite en même temps que des différences disciplinaires fortes. D'abord, en ce qui concerne l'assiduité et la régularité du travail, les données recueillies montrent que les étudiants interrogés partout accordent une grande importance au fait d'assister régulièrement aux cours (75% le font très régulièrement) et encore plus aux TD. De plus, dans toutes les filières, « *les filles sont toujours un peu plus assidues que les garçons [...] et les bacheliers technologiques ont tendance à assister moins régulièrement que les bacheliers généraux aux cours et aux TD* » (p.7). La régularité de la présence au cours et TD, ainsi que le travail personnel régulier semblent avoir un impact significatif sur la réussite complète des étudiants dès la session de juin. En revanche, l'identification et l'organisation du temps d'étude et d'apprentissage personnel semblent poser problème à nombre d'étudiants. En effet, ils ont du mal à évaluer le temps nécessaire pour le travail réel qui dépasse leurs prévisions. De plus, ils sont contraints d'attendre les notes des examens de fin de premier semestre afin d'évaluer leurs méthodes d'apprentissage et leur manière de travailler. En outre, les étudiants se posent

des questions concernant les attentes des professeurs et de l'institution ainsi que la nature du travail à mener, résultat qui fait totalement écho dans d'autres disciplines au travail de Monfort (2000).

Par ailleurs, il est possible d'identifier des hiérarchies relativement contrastées des activités les plus pratiquées selon les disciplines. Globalement, les étudiants de Droit semblent privilégier les activités portant sur l'étude du cours et la préparation des TD, l'objectif étant de mémoriser au mieux les connaissances qui sont délivrées dans les cours magistraux. Les étudiants d'Histoire, qui se rapprochent plus de ceux de Droit que des étudiants en Sciences, sont également nombreux à préparer les TD. De plus, ils se distinguent par le travail visant à compléter les cours notamment à travers des lectures personnelles (70% le font très régulièrement) et ensuite la réalisation de résumés. Enfin, les étudiants de Sciences s'attardent surtout sur le travail réalisé pendant les séances de TD dans lequel ils participent activement, plutôt que sur la préparation des TD (uniquement 22% le font régulièrement, malgré les conseils des professeurs). De plus, ils consacrent du temps pour ré-effectuer après les TD des exercices et démonstrations déjà faits ou similaires. Cette pratique apparaît comme particulièrement présente chez les étudiants reçus dès la première session de juin. Néanmoins, il semble plus difficile en Sciences qu'en Droit et Histoire de déterminer des pratiques de travail spécifiques qui favorisent incontestablement la réussite.

Pour conclure, les analyses indiquent que les étudiants les plus performants dans les trois disciplines sont ceux qui réussissent à développer et mettre en œuvre des dispositions d'un "ascétisme studieux" souligné par les professeurs, en termes d'assiduité, régularité et organisation. Toutefois, les différences disciplinaires étant très marquées, les étudiants doivent privilégier les pratiques de travail spécifiques à chaque discipline, qui dépendent de la spécialité et de l'organisation de chaque enseignement, afin de mieux réussir l'affiliation dans le monde universitaire.

4. Filière mathématique en France : travaux en didactique

En didactique des mathématiques en France, il existe très peu de recherches qui abordent le thème du travail personnel en mathématiques au supérieur, à part les travaux de Castela comparant le travail personnel des étudiants à l'université et en CPGE et dans la continuation desquels se situent notre travail et celui de Najar en CPGE qui l'évoque mais de façon plus marginale. Nous aborderons ces travaux relatifs aux CPGE dans la dernière section de ce chapitre. En outre, il faut noter qu'en plus de ces recherches publiées, les rares travaux qui existent sont plutôt réalisés et communiqués dans le cadre de "recherche - action" d'enseignants du supérieur en collaboration avec des didacticiens, mais restent sans formalisation complète. Par exemple, nous nous inspirons d'un questionnaire développé par J. Macaleese dans le cadre d'un tel travail non-publié afin de

développer un questionnaire, outil principal de notre recherche. Dans ce qui suit, nous donnons comme exemple pour l'université une recherche de Gueudet et Lebaud, même si elle ne concerne pas directement le travail personnel.

Gueudet et Lebaud (2008) s'intéressent à l'élaboration des textes d'évaluation dans un module d'enseignement de mathématiques à l'intention d'étudiants de Physique en L1. Leur travail met en avant une grande proximité entre TD et examens, confirmant ainsi l'hypothèse qu'avance Castela (2007a, 2007c, 2009). Les auteurs expliquent ce phénomène en termes de contraintes pesant sur les enseignants : épreuves à durée courte, utilisation des examens comme unique dispositif d'encadrement pour piloter le travail étudiant, contrainte du taux de réussite qui impose l'élaboration d'épreuves à la portée des étudiants travailleurs, « *solution la moins coûteuse en termes de bouleversement des conceptions pédagogiques des enseignants universitaires et de recherches didactiques* » (Castela, 2011, p.92). Ces conditions nécessitent que les étudiants reviennent sur la correction des exercices qui leur auront été institutionnellement proposés, qu'ils les aient cherchés eux-mêmes ou non, pratique dont Boyer et Coridian (2002) ont souligné l'efficacité pour les sciences. Les auteurs évoquent aussi la façon dont les étudiants gèrent la préparation des examens face à la difficulté de développer un travail autonome peu encadré par l'institution.

5. Filière mathématique à l'étranger : travaux anglo-saxons

Dans le monde de *mathematics education*, de nombreuses recherches s'intéressent à la transition secondaire-supérieur, aux difficultés des élèves en mathématiques et à leurs causes, mais rares sont celles qui prennent en compte le travail personnel des élèves comme éventuelle source de difficulté. Bien que non directement liées au thème du travail personnel des étudiants, nous présentons ci-dessous deux recherches menées dans les pays nordiques qui apportent des éléments intéressants sur ce sujet. Ces études se centrent sur les approches et perceptions des étudiants vis-à-vis de l'apprentissage des mathématiques à l'université, avec des publics très variés.

La première étude (en cours) menée par Stadler et al. (2013) suite à un travail de thèse en 2009 explore les changements dans les approches des étudiants par rapport à l'apprentissage des mathématiques durant la première année de licence en mathématiques en Suède. Les étudiants sont interrogés sur leurs précédentes expériences d'étude des mathématiques au secondaire, ainsi que sur leurs attentes, croyances, motivations et perceptions vis-à-vis de l'étude des mathématiques au supérieur. L'accent est mis sur les différences entre les étudiants en mathématiques novices, en début d'année, et ceux plus expérimentés, après la première unité d'enseignement de mathématiques. Le cadre théorique reprend celui qui a été développé par Stadler dans sa thèse et définit trois axes qui permettent de décrire les approches des étudiants par rapport à l'apprentissage des

mathématiques. Le premier axe porte sur les enjeux de l'apprentissage mathématique, soit la perception des étudiants par rapport à ce que sont les mathématiques et au but général de leur apprentissage. Le deuxième axe concerne les ressources mathématiques que l'étudiant utilise pour apprendre les mathématiques, comme les livres, le professeur, les collègues, ainsi que les anciennes connaissances en mathématiques et le raisonnement logique. Enfin, le troisième axe examine les actions des étudiants apprenants qui sont en rapport avec leurs buts et objectifs dans l'apprentissage des mathématiques, elles dépendent du contexte et peuvent varier dans le temps.

La seconde étude, menée par Sikko et Pepin (2013) en Norvège, porte sur les perceptions qu'ont les étudiants de la façon dont ils apprennent le mieux les mathématiques au supérieur. Les auteurs cherchent à comprendre comment les étudiants perçoivent ce que les auteurs nomment "*learning milieus*" (ce que, dans le cadre défini par les travaux français dont nous avons précédemment rendu compte, nous pourrions appeler "milieux d'apprentissage") et comment ils développent leur identité en tant qu'apprenants de mathématiques à la transition secondaire-supérieur et durant la première année de licence de mathématiques. Ils s'intéressent aux formes d'études que les étudiants perçoivent comme étant les plus utiles et efficaces durant leur première année universitaire. D'après les recherches citées par les auteurs, les étudiants du supérieur, qui deviennent de plus en plus nombreux et qui ont des historiques de formations très différents, souffrent à l'université en partie à cause de leur perceptions faussées de ce qu'est l'apprentissage des mathématiques ; ils sont nombreux à croire que la connaissance mathématique est un ensemble de faits qu'il suffit "d'absorber" passivement. Pour remédier à leurs difficultés, les étudiants développent différentes stratégies, qui sont promues ou freinées par les pratiques institutionnelles. Les recherches sur la transition évoquent toujours le besoin de former des apprenants indépendants, d'où l'importance « *d'apprendre à apprendre* » (Sikko et Pepin, 2013, p.2).

D'un point de vue méthodologique, les deux études se ressemblent. Elles ont été menées par l'intermédiaire de questionnaires de type pré/post, avec des items à réponse unique (échelle de notation de 1 : pas du tout d'accord à 5 : totalement d'accord), complétés à deux moments d'une année universitaire. Les questionnaires de Stadler comportent des thèmes en rapport avec les approches des étudiants vis-à-vis de l'apprentissage des mathématiques, leurs croyances, motivations et perceptions vis-à-vis des mathématiques au secondaire puis au supérieur. La partie des questionnaires de Sikko et Peppin évoquée dans la communication dont nous rendons compte comporte des propositions à propos des méthodes d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques que les étudiants ont rencontrées durant leur première année, regroupées en quatre catégories (les cours magistraux, les tutoriels, les groupes de travail informels et l'utilisation de programmes informatiques). Pour les deux études, une analyse

statistique descriptive et/ou inférentielle a été menée révélant des conclusions assez similaires en termes des perceptions des étudiants vis-à-vis de l'importance et l'efficacité des dispositifs de l'étude et des ressources mises à leur disposition. Ainsi, les deux études montrent⁴⁷ un renforcement de l'autonomie des étudiants dans leurs de l'apprentissage des mathématiques. En effet, le rôle du professeur et des ressources qu'il fournit (cours magistraux) est moins valorisé par les étudiants plus expérimentés que le travail collaboratif avec les pairs ou en petits groupes (discussions et résolution d'exercices en groupe, aide des pairs, tutoriels) et les ressources "modernes" (ordinateur, calculatrice et internet) qui sont fortement appréciées.

De plus, ces deux recherches portent sur des étudiants dont l'origine est diversifiée : dans chaque cas, il s'agit d'un échantillon d'étudiants variés, tant au niveau des cursus que des cours de mathématiques suivis, choisis selon la disponibilité dans plusieurs universités en Suède et en Norvège respectivement, le but d'une telle diversification étant sans doute de garantir des échantillons d'effectifs significatifs. Par conséquent, l'organisation institutionnelle des études dans les différentes universités n'est pas prise en compte dans l'analyse. Ainsi, les conclusions présentées pour ces deux recherches s'opposent à celles des travaux français présentés précédemment par le fait qu'il n'est pas possible de chercher en quoi les différences constatées sont causées par des différences institutionnelles. De telles recherches ne permettent donc pas d'envisager une modification des fonctionnements au niveau d'une université ou d'un département. L'hypothèse implicite de ce type de recherches serait sans doute que les différences observées sont liées aux individus et que les solutions ne peuvent être envisagées qu'au niveau d'une aide plus ou moins personnalisée.

6. Approche transversale : une étude de P. Rayou

Nous poursuivons avec les travaux en sciences de l'éducation qui s'éloignent du caractère disciplinaire du travail personnel, nous avons choisi un exemple qui nous semble assez représentatif. Nous considérons ici les recherches de Rayou (2004a, 2004b) qui portent sur le travail des étudiants de premiers cycles universitaires (DEUG). Rayou pose la question du travail des étudiants cependant sans spécifier quelle discipline il considère. Il note que beaucoup d'étudiants « *cultivent la nostalgie des savoirs sans incertitudes* » (2004a, p.168) et dirigent leur travail universitaire vers l'appropriation du savoir transmis en cours magistral, considéré comme l'essentiel non contestable de ce qu'il faut savoir sur une question et clé de la réussite aux examens. Les étudiants tenteraient de retrouver à l'université le rapport au savoir qu'ils ont connu au lycée. Inversement, « *l'enseignement supérieur devrait en principe apparaître comme l'étude plus approfondie de thèmes*

⁴⁷ Nous résumons les principaux résultants qui se rejoignent dans les deux études sans rentrer dans les détails de chacune.

moins nombreux » (ibidem, p.169), présentation parcellaire de savoirs issus de la recherche que les étudiants devraient savoir critiquer, compléter par des recherches bibliographiques et mettre au travail pour répondre à des questions. C'est indépendamment des enseignants que l'université attend qu'ils mènent à bien ce type d'étude autonome. Pour Rayou, ceci caractérise la rupture entre lycée et université : *« être à la faculté, c'est [...] accéder à un monde qui possède ses propres règles de fonctionnement avec des exigences intellectuelles précises qui font que savoir n'est plus seulement apprendre. »* (ibidem, p.170). Or cette description des attentes de l'université dès les premières années apparaît plutôt caractéristique des sciences humaines, telles que les analyse Millet (2003) en tout cas dans son travail pour la sociologie. Inversement, il est clair que des savoirs certains sont à la base des études de médecine, que les savoirs enseignés en cours magistraux de mathématiques pendant les années de licence sont incontestables et c'est bien leur appropriation qui est attendue, sous la forme majoritaire de l'utilisation pertinente pour résoudre des problèmes, ce qui fait des TD et non des cours la clé de la réussite aux examens pour beaucoup d'étudiants comme plusieurs des recherches évoquées précédemment l'ont montré. Il convient donc certainement d'interpréter les travaux de Rayou sur les premières années universitaires comme centrés sur les sciences humaines. Les phénomènes relevés ne sont pas sans pertinence pour les autres disciplines moyennant une prise en compte des spécificités des attentes réelles pour les différents champs.

Les étudiants ont du mal à identifier les différences entre le lycée et l'université, ils ont tendance à les réduire à un accroissement du champ des savoirs à assimiler. Étant privés d'encadrement et de repères, *« ils peinent à trouver des modalités de l'activité intellectuelle autres que quantitatives pour s'approcher des normes de l'université »* (Altet, Fabre et Rayou, 2000, p.112). Ils sont nombreux à chercher dans leur passé scolaire des méthodes de travail qu'ils essayent d'appliquer, dans une tentative de *« ramener l'inconnu au connu »* (Rayou, 2004b, p.146), et continuent donc à se comporter comme des lycéens. Transportés dans une institution qui ne fait guère pression pour les mettre au travail, les plus travailleurs traduisent la nécessité d'autonomie en termes de capacité à se mobiliser quantitativement pour l'étude, donc être assidus, faire plus et plus régulièrement, plutôt que de remise en cause de la nature du travail exigé. Ainsi, ils ont du mal à décrire les modalités de l'activité intellectuelle qu'ils déploient ou leurs manières de travailler de façon autre que quantitative. Un résultat caractéristique de ces comportements concerne l'assiduité aux cours magistraux. Les taux d'absentéisme ont nettement baissé, les étudiants, cherchant à faire preuve de sérieux et d'assiduité devant leurs familles. Mais, ils développent des comportements de *« présents-absents »* (Rayou, 2004a, p.171) : ils viennent en cours, TP ou TD, mais sont peu participatifs ou investis. Ceci fait clairement écho aux travaux de Monfort (2000) et Boyer et Coridian (2002).

Contrairement au lycée, les épreuves d'évaluation sont rares et interviennent assez tardivement dans l'année, elles sont redoutées pour leur aspect ponctuel ne prenant pas en compte la réalité d'un travail durable. Elles sont cependant très attendues au premier semestre pour l'information qu'elles apportent concernant le niveau des étudiants et l'adéquation de leurs méthodes de travail. Rayou (2004a) note que les examens contribuent « *à une structuration particulière de l'année scolaire et, sans doute, au brouillage des normes universitaires. Si, de l'avis de plusieurs enseignants, leurs étudiants sont devenus plus scolaires, cela vient aussi de ce que le tronçonnage du cursus par les évaluations en accentue l'aspect segmentaire et suscite les stratégies instrumentales. Ainsi s'expliquerait une partie du malentendu didactique : le pilotage de la scolarité par les examens contrarie les attentes de l'université, car les étudiants établissent une série de discontinuités entre des aspects que la posture proprement universitaire suppose au contraire liés.* » (p.175). Face aux comportements d'étudiants qui échouent à satisfaire aux normes universitaires, les enseignants-chercheurs eux aussi en viennent à proposer des adaptations qui convergent avec celles des étudiants pour produire « *une sorte de secondarisation des premiers cycles universitaires* » (ibidem, p.175) avec redéfinition des contenus enseignés et des modalités de l'évaluation pour les adapter aux compétences des lycéens prolongés que sont les étudiants. Une telle évolution des enseignants universitaires, contraire à leur vision de l'université, a été signalée par Gueudet et Lebaud (2008). Elle peut expliquer qu'un comportement mis en évidence en SVT par l'étude de Boyer et Coridian (2002) conduise au succès : les étudiants préparent l'examen en refaisant les exercices de TD. « *De telles stratégies d'érosion [...] s'installent parce que les différents acteurs ont à traiter des contradictions liées au caractère composite du problème posé par une massification qui doit faire tenir ensemble des exigences intellectuelles* » (Rayou, 2004a, p.181).

7. Conclusion

En parcourant les différents travaux portant sur l'enseignement universitaire que nous avons choisi d'étudier, il est possible de dresser un descriptif des caractéristiques signalées sur l'enseignement universitaire français. Ces travaux ont tous comme point de départ le taux d'échec et d'abandon des étudiants entrant à l'université. De plus, ils mettent en avant les difficultés en rapport avec l'imposition de normes institutionnelles. Les travaux de Monfort se centrent sur le cas des mathématiques et de la physique en DEUG sciences. Ils soulignent le fait que les repères à l'université sont brouillés et attribuent cela en grande partie à la diversité des attentes des enseignants et au fait qu'ils ont peu de moyens de pression sur les étudiants. Il en résulte chez les étudiants de nombreuses interrogations sur le travail à réaliser qui se traduisent par des modalités de travail individualisées qui proviennent de leur passé scolaire. Nous retrouvons des résultats convergents chez Boyer et Coridian, qui s'intéressent au travail des étudiants

entrant en DEUG en Droit, Histoire, Sciences et Psychologie, et chez Gueudet et Lebaud en L1 de Physique-Chimie. Enfin, Rayou qui s'intéresse au travail des étudiants de DEUG sans considérer une discipline particulière, trouve aussi des résultats de même nature.

Tous les travaux cités ci-dessus se rejoignent quant au comportement des étudiants vis-à-vis des TD. Les études montrent que les étudiants viennent régulièrement en TD, mais ne sont pas préparés, n'ayant pas fait le travail préalable demandé et sont peu investis pendant le TD. En outre, les étudiants se servent des exercices de TD pour se préparer aux examens, puisant ainsi dans leurs habitudes de lycéens des méthodes de travail qu'ils essayent d'appliquer, n'ayant souvent pas d'autres pistes. Par ailleurs, les étudiants sont contraints d'attendre les notes des premiers examens qui arrivent tardivement dans l'année afin d'évaluer leur niveau et leurs manières de travailler. Ils font aussi face à des problèmes de gestion du temps qui sont liés au calendrier d'organisation des études.

L'absence d'organisation institutionnelle du travail et de la transmission des pratiques mise en évidence par les auteurs fait écho avec la situation des étudiants en Sociologie que décrit Millet. En effet, ce dernier observe « *l'effacement [...] des mécanismes institutionnels de régulation [...] du travail universitaire* » dans cette filière, les étudiants devant se débrouiller seuls pour développer les gestes d'études nécessaires. Il en résulte l'apparition de pratiques et connaissances non unifiées parmi les étudiants débutants en sociologie, sachant que dans cette filière il ne s'agit pas d'acquérir un savoir prédéfini mais de s'engager dans une démarche d'investigation afin de constituer son propre savoir, ce qui constitue une source de difficultés supplémentaire en comparaison avec d'autres disciplines. Millet montre que la situation en médecine s'oppose à celle de la sociologie. En effet, en médecine, tout est clairement défini sur le plan institutionnel ainsi qu'au niveau du savoir à acquérir, assurant ainsi une stabilité et homogénéité des pratiques étudiantes très fortement encadrées par l'institution et une transmission organisée des normes universitaires.

Il est ainsi possible de rapprocher l'aspect socialisant des études en médecine établi par Millet à celui des classes préparatoires mis en évidence par Darmon (2013) et Daverne et Dutercq (2013), en l'opposant à l'absence d'organisation institutionnelle des études à l'université, principale source de difficulté des étudiants. Comme nous l'avons déjà présenté (cf. chapitre I section 2), Darmon met en évidence différents dispositifs du fonctionnement quotidien de l'institution CPGE qui permettent à cette dernière d'organiser le travail des étudiants, de les mettre au travail en façonnant leurs modalités d'étude et de contrôler leur travail. Ainsi, elle décrit les dispositifs de mise des étudiants sous pression (surveillance, sanction et examen), des pratiques d'individualisation et de

personnalisation des exigences, et des pratiques d'empressement qui permettent l'instauration d'un rapport particulier au temps. Ces techniques soulignent une généralité, continuité et stabilité du fonctionnement au sein de l'institution CPGE et permettent le développement de dispositions chez les étudiants sous l'influence de l'institution et spécifiques de cette institution. Ceci s'oppose au fonctionnement de l'université où les normes et leur transmission sont particulièrement brouillées menant à des pratiques étudiantes diversifiées et non-contrôlées. Nous verrons dans la suite que les autres rares travaux relatifs au travail personnel des étudiants de CPGE (Castela, Najar, Adangnikou) mettent en avant la stabilité des pratiques institutionnelles.

SECTION 4 : TRAVAUX RELATIFS AUX CPGE

Dans cette dernière partie, nous avons retenu deux recherches en didactique des mathématiques directement en rapport avec notre travail, celles de Castela et de Najar qui portent sur le travail personnel des étudiants en CPGE en se centrant sur les mathématiques, ainsi qu'une recherche en science de l'éducation, celle de la thèse d'Adangnikou, qui porte sur le travail personnel des étudiants en école d'ingénieurs.

1. Comparaison CPGE-Licence de mathématiques : une étude de C. Castela

Étant impliquée depuis 1992 dans la formation des professeurs à l'université de Rouen, et confrontée aux difficultés des étudiants préparant le CAPES⁴⁸, Castela (2002, 2004) s'intéresse aux gestes d'étude réalisés par les étudiants. Sa recherche a pour origine un constat réalisé sur plusieurs années à l'IUFM⁴⁹ de Rouen : les étudiants ayant effectué une partie de leur scolarité post-baccalauréat dans une classe préparatoire réussissent mieux au CAPES de mathématiques que ceux dont le cursus a été entièrement universitaire. Ainsi, sa recherche vise à chercher des liens entre la réussite en mathématiques dans l'institution de formation et les formes du travail personnel, et à repérer en quoi certaines dimensions du fonctionnement institutionnel sont plus ou moins favorables à la construction de certains gestes d'étude.

Castela mène une enquête comparative sur le travail personnel des étudiants dans deux institutions, CPGE et Université, dans le but de répondre à la question suivante : qu'est-ce qui dans les différences entre les deux institutions pourrait expliquer que l'université prépare moins bien les étudiants à affronter des épreuves de type CAPES que les classes préparatoires aux grandes écoles ? L'enquête est menée par l'intermédiaire d'un questionnaire complété en Octobre 97 et Octobre 98 par 108 étudiants au total à l'IUFM

⁴⁸ Certificat d'Aptitude Professionnelle à l'Enseignement Secondaire

⁴⁹ Institut Universitaire de Formation des Maîtres

de l'académie de Rouen préparant le CAPES, considérés comme représentatifs des étudiants de Licence, et ensuite en Janvier 98 et Janvier 2000 par 66 étudiants d'une même classe de Mathématiques Spéciales MP de deuxième année de CPGE. Des sous-groupes de niveau ont été constitués au sein des deux populations. Le questionnaire comporte une question ouverte à propos des connaissances jugées utiles par les étudiants pour réussir un examen, et trois questions fermées à propos du rapport des étudiants aux exercices, des objets d'étude utiles à la réussite et des modalités du travail a posteriori sur les solutions d'exercices. Pour la question ouverte, les termes cités et côtés par les étudiants ont été regroupés pour constituer des items, à partir desquels sont construits des indicateurs qui servent à rechercher les écarts statistiquement significatifs entre les valeurs prises dans les deux populations pour la comparaison entre institutions, et d'autre part entre groupes de niveau pour l'étude selon le niveau de performances. Les écarts statistiquement significatifs entre les deux populations ont été interprétés en termes d'inégal potentiel de construction de connaissances technologiques et mis en relation avec des différences relatives à l'organisation des études dans chaque institution.

L'analyse des données vise à mettre en évidence des indices en faveur de l'affirmation que les classes préparatoires favorisent plus que l'université la construction de connaissances praxéologiques sur le fonctionnement mathématique (soit des connaissances fonctionnelles orientées vers la résolution de problèmes). De plus, il s'agit d'identifier les principales dimensions de l'enseignement universitaire sur lesquelles les résultats obtenus attirent l'attention. Castela (2004, 2011) détermine trois styles de travail que peuvent adopter les élèves en travaillant les exercices pour les examens. Le premier est l'*Entraînement*, sous-tendu par la conviction que le progrès en mathématiques résulte d'un entraînement à partir de la résolution d'une quantité importante d'exercices, éventuellement complétée par un apprentissage du cours, mais qui reste détaché d'une réflexion sur la pratique. Le second style dit de *Reproduction* repose sur l'hypothèse d'une grande proximité entre les examens et les exercices travaillés en classe ou en TD. Ainsi, il « *suffit de se livrer à une étude précise visant une compréhension locale et la mémorisation jusqu'à l'examen des situations rencontrées ; une prise de distance limitée suffit* » (2011, p.92) afin d'être capable de reproduire les solutions d'exercices relativement proches. Enfin le troisième style dit de *Transfert* consiste à considérer les exercices déjà rencontrés comme « *l'occasion de rencontrer des façons de faire qu'il s'agit de repérer et de capitaliser sous des formes plus ou moins décontextualisées de façon à construire un savoir fonctionnel condensé, dans la perspective d'un transfert possible à des problèmes relativement éloignés de ceux qui ont été résolus précédemment* » (2011, p.93).

Ainsi, il est possible de résumer les résultats et interprétations par deux principales conclusions. D'une part, « *les élèves de classes préparatoires sont encouragés à*

construire des connaissances praxéologiques par l'orientation de la formation vers l'utilisation des mathématiques, par le développement important et très encadré d'une pratique effective de résolution de problèmes, par la présence dans le cadre même de la situation didactique de moments d'élaboration de la technologie pratique, par la nature des épreuves de concours » qui évaluent les élèves sur l'ensemble du programme de deux ans (Castela, 2011, p.94). D'autre part, à l'université, le savoir mathématique théorique est particulièrement mis en avant, il est présenté comme un but en soi, un objet d'étude, il est valorisé par rapport à ses utilisations ; les étudiants accordent moins d'importance aux connaissances pratiques orientées vers la résolution de problèmes, ils ne sont pas accompagnés dans la découverte des gestes qu'il leur faudrait accomplir pour interagir avec le milieu mis à leur disposition pour développer de telles connaissances ; enfin l'organisation du cursus en unités d'enseignement semestrielles, évaluées séparément permet que le style de travail de *Reproduction* soit efficace par rapport aux épreuves d'examen, comme l'avait déjà noté Rayou (2004a, 2004b). Ceci est reflété dans le type de rapport aux exercices d'examens que développent les étudiants de chaque institution en fonction de leur niveau de réussite. À l'université, la nature des épreuves (ressemblance entre les exercices des TD et ceux de l'examen, hypothèse étayée par plusieurs des travaux précédemment évoqués, en particulier par Gueudet et Lebaud (2008), fait que les étudiants qui sont capables de comprendre et mémoriser les situations rencontrées pour les examens garantissent leur réussite, malgré une prise de distance limitée. « *Ce style de travail orienté vers la reproduction des exercices rencontrés en TD, est plus présent chez les étudiants du groupe universitaire que chez ceux de classe préparatoire* » (Castela, 2011, p.92). De plus, ceci est particulièrement le cas des étudiants en réussite, ce qui confirme que « *les formes de l'étude efficaces au lycée [...] continuent à assurer la réussite à l'université* » (ibidem, p.92), résultat concordant avec celui de Boyer et Coridian (2002) pour les SVT. En classes préparatoires, la taille du programme fait que la mémorisation du corpus des exercices résolus est impossible, de plus, « *les énoncés proposés aux concours qui inspirent directement les évaluations en cours de scolarité, ne sont pas réduits à des transpositions plus ou moins directes d'exercices classiques* » (ibidem, 2011, p.92). Ceci rend par défaut le style de *Reproduction* inefficace, mais il reste présent parmi les étudiants faibles. Un autre style de travail est repéré, l'*Entraînement*, nettement moins présent en CPGE qu'en licence, où il est plutôt le fait d'étudiants faibles. Le rapport aux exercices le plus efficace et répandu en classes préparatoires est le *Transfert*. Cette forme d'étude est particulièrement présente chez les étudiants en réussite, surtout en CPGE mais aussi à l'université, sachant qu'elle n'est pas la seule clé de réussite. Pour ce qui est des CPGE, nous relierons ce résultat à l'idée de "disposition pragmatique" pointée par Darmon (2013).

2. CPGE en Tunisie : la thèse de R. Najar

Dans sa thèse sur les "effets des choix institutionnels d'enseignement sur les possibilités d'apprentissage des étudiants", Najar (2010) étudie les facteurs potentiellement à l'origine des difficultés concernant l'usage des notions ensemblistes fonctionnelles. Il s'intéresse aux formes d'intervention de ces notions dans l'activité de résolution de problèmes et à leurs interactions dans la transition enseignement secondaire (ES)/Classes préparatoires scientifiques - première année (dans la suite CPS1) en Tunisie. Étant donné que plusieurs travaux (dont ceux de Castela, 2002) soulignent l'importance du travail personnel des étudiants comme facteur conditionnant la forme des apprentissages, il décide d'explorer cette direction à travers un questionnaire concernant les habitudes de travail personnel des étudiants en CPS1. Ainsi, il consacre un chapitre à l'exploration des modalités de travail personnel et leurs effets sur la formation des étudiants. Son questionnaire permet d'étudier « *d'une part l'influence des contraintes institutionnelles sur les modes de travail personnel des étudiants, et d'autre part les effets éventuels de ces modes de travail sur les aptitudes et formes d'apprentissage des étudiants* » (p.280). De même, il permet d'explorer les liens entre ces modes de travail et les difficultés que les étudiants rencontrent dans leur apprentissage des mathématiques.

« Le questionnaire est composé de deux volets : le premier concerne l'avis des étudiants sur l'enseignement de l'Algèbre en CPS1, ses liens avec les mathématiques du Secondaire et sur les difficultés éventuelles d'apprentissage qu'ils rencontrent plus spécifiquement en Algèbre ; quand au deuxième, il concerne les comportements des étudiants à des moments précis d'apprentissage des mathématiques » (p.281). Composé de trois questions fermées, de deux questions semi-ouvertes et d'une question ouverte, ce questionnaire s'inspire dans certaines formulations de la recherche de Castela (2002). Le questionnaire a été complété au milieu du troisième trimestre de l'année universitaire par 43 étudiants, qui étaient censés avoir déjà formé une idée de l'enseignement des mathématiques en CPS1 et avoir acquis des habitudes de travail conformes aux exigences de l'institution.

L'analyse des réponses au questionnaire mène aux principales conclusions suivantes. En premier lieu, la majorité des étudiants trouvent les connaissances mathématiques acquises dans le Secondaire utiles pour l'étude de l'Analyse au Supérieur mais moins pour l'apprentissage de l'Algèbre, cela étant en rapport avec des différences dans la nature des notions et connaissances enseignées dans chaque institution, et surtout dans les méthodes de travail et de présentation des mathématiques. Ils considèrent par exemple que la difficulté dans la résolution des exercices du Supérieur est surtout due au fait que ces derniers ressemblent aux démonstrations du cours qui étaient moins "valorisées" au Secondaire. Ensuite, même si la compréhension du cours et des corrigés des exercices semble être accessible à la majorité, la deuxième semble poser plus de difficultés à certains, ce que Najar attribue en partie au manque de temps en CPS 1 pour une

correction complète qui est alors remplacée par des photocopies. De plus, les étudiants semblent avoir du mal à dépasser les exercices d'application directe du cours pour faire les autres, ce qui pousse l'auteur à explorer leurs pratiques face aux difficultés de résolution des exercices. Il trouve que l'attitude générale face aux difficultés est positive, les étudiants cherchant en général à les surmonter. En effet, une minorité d'étudiants abandonne la réalisation d'une tâche problématique pour attendre la correction en classe, tandis que la majorité adopte comme stratégie usuelle soit le recours aux livres d'exercices corrigés pour essayer de surmonter la difficulté rencontrée, soit la réflexion individuelle ou avec les autres, la première stratégie étant plus répandue, mais l'ordre de priorité des deux stratégies varie selon les étudiants. Par ailleurs, la rédaction propre et complète de la solution trouvée d'un exercice est une pratique qui partage les étudiants entre ceux qui le font rarement et ceux qui le font souvent, ces derniers étant légèrement plus nombreux. Najjar explique cela par le manque de temps du travail personnel ainsi que l'écart entre les exercices de TD et ceux des épreuves d'évaluations qui pousse les étudiants à faire plus d'exercices plutôt que de travailler plus longtemps un exercice.

En ce qui concerne les modalités de travail personnel pour la préparation d'une épreuve, le plus important pour les étudiants est d'abord de refaire les exercices et problèmes, plutôt que de relire les corrigés des exercices - pratique peu répandue, et en deuxième lieu refaire les démonstrations. Moins d'étudiants accordent une importance prioritaire au fait de faire de nouveaux exercices et problèmes, mais ils sont nombreux à le faire quand même après avoir retravaillé ceux déjà faits ainsi que les démonstrations. De plus, les étudiants semblent favoriser le travail de mémorisation des solutions, alors qu'ils sont peu nombreux à s'engager dans une réflexion face aux difficultés rencontrées lors de la résolution, la première pratique pouvant être une stratégie de compensation pour la seconde. Quelques étudiants évoquent d'autres modalités de travail qui révèlent un souci « *d'enrichir leur expérience d'enseignement et [...] notamment d'élargir la palette des techniques et méthodes de résolution des exercices dont ils disposent* » (p.293).

Enfin, une dernière question ouverte porte sur les difficultés que rencontrent les étudiants dans l'apprentissage de l'Algèbre. Les réponses sont classées en cinq catégories que l'on peut regrouper selon deux axes : la nature du savoir enseigné et son mode de présentation d'une part, les choix et contraintes institutionnels d'enseignement d'autre part. Pour le premier axe, il s'agit des notions nouvelles "abstraites", du passage aux applications autres que celles directes du cours, ainsi que des nouvelles exigences de démonstration en termes de raisonnement et de rédaction. Pour le second axe, l'écart entre les mathématiques du Secondaire et du Supérieur, ainsi que « *le rapport temps disponible/connaissances à apprendre* » (p.296) rendent la tâche plus difficile pour les étudiants.

Pour conclure, Najar avance l'hypothèse que les étudiants de CSP1 sont conscients des évolutions et exigences de la transition Secondaire – Supérieur en termes de la pratique mathématique et du travail personnel. Ainsi, ils essayent d'adapter leur travail et adoptent une attitude positive face aux difficultés qu'ils rencontrent en essayant de les surmonter, même si certaines méthodes auxquelles ils ont recours sont inadaptées ou inefficaces. Ces difficultés, attribuées à la nature des connaissances en jeu et aux choix institutionnels, que certaines méthodes ne permettent pas de surmonter, sont en partie le résultat d'un manque de préparation au supérieur pendant le secondaire. L'autre partie de la responsabilité est attribuée à l'institution de supérieur dont l'enseignement ne prend pas en charge l'initiation des étudiants à l'autonomie ni à l'acquisition de connaissances d'ordre pratique, nécessaires pour le fonctionnement du savoir enseigné sachant qu'elles débordent le savoir théorique.

3. Travail personnel en école d'ingénieurs : la thèse de N. Adangnikou

Dans sa thèse, Adangnikou (2007) propose une évaluation de l'efficacité de l'enseignement supérieur français, en se penchant particulièrement sur le cas des CPGE de voie scientifique. Ainsi, la question centrale de la thèse est la suivante : « *Les classes préparatoires contribuent-elles à développer chez les étudiants des comportements spécifiques qui, d'une part, les distingueraient des étudiants passés par d'autres formations bac +2 et, d'autre part, leur permettraient par la suite une meilleure réussite académique ainsi qu'une meilleure réussite professionnelle ?* » (p.24). Afin de pouvoir comparer les pratiques d'étude des étudiants de classes préparatoires scientifiques et celles des autres étudiants des formations bac +2 scientifiques, il cherche à mettre en place un outil d'investigation qui « *permettrait de connaître l'intensité du recours aux différentes pratiques d'étude et [...] d'en départager l'origine entre la part liée à la formation bac +2 et celle liée à la scolarité antérieure* » (p.113). Après une phase exploratoire, comprenant notamment des entretiens avec des étudiants et enseignants d'universités ou d'écoles d'ingénieurs, Adangnikou développe ce qu'il appelle une "représentation stylisée de la formation en classes préparatoires" ayant comme élément central les variables liées à la productivité scolaire (rythme de travail, méthodes de travail et compétences). Celle-ci lui permet d'élaborer un questionnaire qu'il fait passer dans des écoles d'ingénieurs à recrutement mixte, auprès d'étudiants en première année issus surtout de CPGE, mais aussi de DEUG, DUT et BTS⁵⁰, avec pour principal objectif d'appréhender leurs pratiques d'étude. Le questionnaire développé est formé de 74 propositions qui sont associées à quatre stratégies d'apprentissage : stratégies cognitives, stratégies métacognitives, stratégies affectives et stratégies de gestion des ressources. Il demande aux étudiants une auto-évaluation de la fréquence (échelle de notation de 1 à 5)

⁵⁰ Diplôme universitaire de technologie (DUT), Brevet de technicien supérieur (BTS)

de leurs pratiques d'étude et compétences avant et après leurs deux premières années d'études supérieures.

Pour ce qui est de l'efficacité interne, soit « *l'analyse d'effets sur les apprenants, et sur le système de formation* » (p.26) ou en d'autres termes la réussite dans les études, nous retiendrons les principaux résultats en rapport avec le rythme du cours et les stratégies d'apprentissage cognitives, en comparant les étudiants issus de CPGE avec ceux de DEUG. En premier lieu, les étudiants des classes préparatoires, ayant en perspective le concours et devant gérer une lourde charge de travail se trouvent obligés de trouver des moyens pour maximiser leur temps de travail. C'est ce que note Millet (2003) pour les étudiants de médecine en les opposant aux étudiants de sociologie. On retrouve également ici les résultats sur le rapport au temps du travail de Darmon (2013) ainsi que de Daverne et Dutercq (2013). Ainsi, il semble que les étudiants de CPGE travaillent systématiquement plus que les autres en dehors des cours, révisent plus régulièrement leurs cours, sont plus persévérants pour accomplir le travail et sont plus nombreux à se fixer un plan de travail afin d'organiser leur temps. De même, ils ont moins de difficultés que les autres à suivre le rythme des cours en école d'ingénieurs grâce à leur formation en CPGE. En second lieu, nous relevons quelques résultats en rapport avec les stratégies d'apprentissage cognitives. Celles-ci sont de cinq types : stratégies cognitives de répétition (consiste à reprendre l'information telle qu'elle est présentée sans la modifier), d'élaboration (imposer une signification aux connaissances afin de les rendre plus compréhensibles et ainsi de mieux les assimiler), d'organisation (établir des liens au sein des nouvelles connaissances à apprendre), de généralisation et de discrimination (savoir quand et pourquoi apprendre un savoir ou utiliser une technique). Les stratégies de répétition sont plus particulièrement développées par les étudiants issus de CPGE. Pour les stratégies d'élaboration, ils sont plus nombreux que les autres étudiants à chercher à connaître les démonstrations des formules et à retenir la démarche pour retrouver les formules qui doivent être apprises plutôt que de se contenter de les apprendre par cœur. Par contre, seule une minorité d'entre eux s'investit dans l'aspect cours des stratégies d'organisation (réécriture personnalisée du cours dans les fiches, réalisation de schémas de synthèse), le travail organisateur sur le cours étant généralement plus répandu en DEUG. Ceci fait écho avec les interprétations de Castela (2011) qui souligne que « *l'apprentissage du cours est un enjeu qui est plus mis en avant par la population universitaire que par les élèves de la classe préparatoire* » (p.86). Adangnikou attribue cela au caractère complet et structuré des cours proposés en CPGE qui permet d'alléger le travail complémentaire des étudiants, même si le recours à des sources d'informations complémentaires (manuels, ouvrages...) reste majoritaire en CPGE ainsi qu'en DEUG. Quant à l'aspect exercices des stratégies d'organisation (prise de note des subtilités de résolution rencontrées dans les exercices afin de s'en souvenir), il semble légèrement plus présent parmi les étudiants issus de DEUG que ceux de CPGE, ce qui est contradictoire

avec ce que trouve Castela (2011) concernant le fait de considérer les exercices comme une source d'idées à retenir, tendance plus répandue en CPGE qu'à l'université. Enfin, pour les stratégies de généralisation, le fait de chercher à changer les données des exercices que l'on vient de résoudre est une pratique très minoritaire, plus présente en DEUG qu'en CPGE.

Adangnikou conclut sa thèse sans revenir sur les différences en termes de gestes d'études, mais en soulignant le fait que : « [par rapport aux] *stratégies d'apprentissage*, il apparaît que les étudiants des classes préparatoires ne se distinguent singulièrement des autres que pour quelques domaines spécifiques. Sans véritable surprise, il s'agit d'éléments résultant plus particulièrement du contexte et du rapport aux études plus particulièrement marqué par la concentration sur des activités scolaires. Ainsi les étudiants des classes préparatoires se distinguent des autres concernant la priorité qu'ils accordent au travail scolaire, le rythme soutenu et la persévérance dans le travail, le stress lié au rythme et l'interrogation sur la pertinence de tout ce qu'ils apprennent. Le recours aux stratégies d'apprentissage montre également que les étudiants des classes préparatoires ont des comportements qui ne sont pas aussi uniformes qu'on aurait pu le supposer. [Ils] semblent avoir une capacité de travail plus affirmée durant la formation bac +2, un pouvoir de concentration plus important, une plus grande capacité à suivre un rythme de cours soutenu, une plus grande aptitude d'organisation du travail, une plus grande persévérance, une plus forte capacité d'apprentissage et des connaissances en mathématiques et physique plus importantes » (pp.224-225).

De plus, les résultats des étudiants au cours des deux premières années d'école d'ingénieurs ne montrent pas de différence de réussite en faveur des étudiants des classes préparatoires. Adangnikou explique cela par plusieurs facteurs. D'abord, le fait que ces étudiants se trouvent souvent dans ces écoles qui ne sont pas les mieux cotées par choix forcé, n'ayant pas intégré l'école souhaitée. En classes préparatoires, ils n'étaient vraisemblablement pas parmi les meilleurs et peut-être pas parmi les plus motivés. Enfin, le processus d'homogénéisation qui s'opère durant la formation à l'école contribue à lisser les différences entre les étudiants issus de CPGE et ceux des autres formations. Néanmoins, l'hypothèse selon laquelle les étudiants des classes préparatoires développeraient des méthodes de travail efficaces qui les différencieraient des autres n'est pas pour autant invalidée. Par ailleurs, même si nous ne nous sommes pas intéressées à l'efficacité externe, il faut signaler que si les données ne révèlent pas une meilleure réussite académique des étudiants ingénieurs issus de CPGE, leur réussite professionnelle est meilleure.

4. Conclusion

Parmi les rares travaux sur le travail personnel des étudiants en CPGE, l'étude de Castela dans la continuation de laquelle se situe notre travail, s'intéresse aux gestes d'étude en mathématiques réalisés par les étudiants en comparant les deux institutions CPGE et Université. Castela cherche à mettre en évidence des indices en faveur de son hypothèse que les classes préparatoires favorisent plus que l'université la construction de connaissances praxéologiques sur le fonctionnement mathématique. Elle s'intéresse particulièrement au type de rapport au savoir mathématique et aux formes de travail que développent les étudiants de chaque institution en fonction de leur niveau de réussite, prenant en compte les aspects de l'organisation institutionnelle qui les déterminent. Ses résultats montrent que les étudiants de CPGE ont un style de travail particulier autour des exercices, qui les pousse à décontextualiser et à chercher des formes transférables dans la résolution d'exercices plutôt que de se limiter à un simple entraînement, contrairement à ceux de l'université qui accordent moins d'importance aux connaissances pratiques.

Dans sa thèse, Najar explore les facteurs potentiellement à l'origine des difficultés que rencontrent des étudiants de CPGE scientifiques en Tunisie en algèbre et analyse. Il consacre une partie de son analyse à l'exploration des modalités de travail personnel pour la préparation d'une épreuve et leurs effets sur la formation des étudiants sous l'influence des contraintes institutionnelles, en comparant le secondaire et le supérieur. Ses conclusions rejoignent celles de Castela, soulignant l'importance de l'acquisition des connaissances pratiques et l'influence du contexte institutionnel sur les méthodes de travail des étudiants.

Par ailleurs, Adangnikou s'intéresse au travail personnel des étudiants en école d'ingénieurs. Il compare les pratiques d'étude des étudiants de classes préparatoires scientifiques et celles des autres étudiants des formations bac +2 scientifiques dans une perspective d'évaluation de l'efficacité de l'enseignement supérieur français. Ses résultats sont congruents à ceux de Castela, Darmon, Daverne et Dutercq, ils mettent en évidence des dispositions et méthodes de travail que développent les étudiants de CPGE mais pas ceux d'autres formations (notamment DEUG). En effet, l'enquête montre que, même sans nécessairement avoir une meilleure réussite académique, les étudiants des classes préparatoires se distinguent des autres sur plusieurs aspects, notamment la priorité qu'ils accordent au travail scolaire, le rythme soutenu et la persévérance dans le travail, le stress lié au rythme et l'interrogation sur la pertinence de tout ce qu'ils apprennent. De plus, ils développent des méthodes de travail efficaces qui les différencieraient des autres, sans toutefois avoir des comportements uniformes.

CHAPITRE III : CADRE CONCEPTUEL

À travers ce chapitre, nous présentons les différents éléments de notre cadre conceptuel qui émergent de cadres en didactique des mathématiques ainsi que de travaux en sociologie. La théorie anthropologique du didactique constitue le cadre général des analyses que nous effectuons concernant le fonctionnement et le rôle d'une institution, les connaissances en jeu pour l'apprentissage mathématique et l'étude autonome. Cependant, nous avons aussi recours aux résultats de travaux sur les connaissances métacognitives des élèves ainsi que de recherches menées par des sociologues concernant le fonctionnement de l'institution CPGE pour compléter notre cadre. Ce cadre conceptuel nous permet de cerner notre problématique de départ en la formulant sous forme quatre questions de recherche et par la suite, de justifier nos choix méthodologiques afin d'y répondre.

SECTION 1 : LE RÔLE DE L'INSTITUTION

Nous nous intéressons en premier lieu à la dimension institutionnelle et à son impact sur l'activité des élèves, sujets de ces institutions particulières que sont les classes préparatoires aux écoles de commerce. Ces institutions sont considérées tant du point de vue des contraintes qu'elles font peser sur les étudiants que du point de vue des ressources qu'elles leur apportent. Elles imposent à leurs sujets des façons de faire et de penser. Nous avançons l'hypothèse qu'à travers leur mode de fonctionnement ces institutions aident leurs étudiants à construire un nouveau mode de travail adapté aux exigences de la prépa. Pour cette première dimension, nous faisons d'abord référence à la Théorie Anthropologique du Didactique (TAD), notamment aux travaux de Castela (2000, 2008a, 2011) et Matheron (2010), inspirés de ceux de Chevallard (1999, 2002, 2003).

La TAD a été introduite par Chevallard en 1992 dans le cadre d'un programme de recherche en didactiques des mathématiques développé par des chercheurs francophones et hispanophones notamment qui s'intéressent à l'aspect social de la réalité didactique plutôt qu'aux individus. Cette théorie suppose que tout phénomène didactique, y compris ce qui a lieu dans une classe entre le professeur et les étudiants, est en première instance déterminé par des conditions et contraintes imposées par les diverses organisations sociales qui l'entourent, en allant des plus locales jusqu'à la société et la civilisation.

1. Institution

La notion d'institution est au cœur de notre travail. Nous adoptons la définition de Chevallard (2003) qui décrit une institution *I* comme « *un dispositif social total, qui peut*

certes n'avoir qu'une extension très réduite dans l'espace social (il existe des "micro-institutions"), mais qui permet – et impose – à ses sujets, c'est-à-dire aux personnes x qui viennent y occuper les différentes positions p offertes dans I , la mise en jeu de manières de faire et de penser propres. » (p.82). En s'inspirant de la définition de l'anthropologue britannique M. Douglas (1986, 1999) qui parle d'une institution comme un "groupement social légitimé", Matheron (2010) précise que le terme institution doit être compris dans un sens plus large que la signification courante de ce mot qui fait habituellement référence aux grandes institutions religieuses, politiques, familiales, scolaires... Il est possible d'évoquer des institutions de toutes tailles, les plus globales englobant et déterminant en partie au moins les plus locales. Par exemple, l'éducation nationale (ou le système éducatif) est en soi une institution au sens classique, mais « *qui englobe classes et établissements et qui foisonne en positions de toutes sortes* » (Chevallard, 2003, p.82). Ainsi, au sens donné par la TAD au mot institution, les établissements scolaires et les classes sont aussi considérés comme des institutions, "classes" pouvant se comprendre en termes de classe d'un niveau donné (classe de Seconde par exemple) ou de la classe d'un professeur. En effet, comme on le voit chez Chevallard ("micro-institutions") et chez Matheron ("micro-groupes"), il est possible d'identifier comme des institutions les regroupements des élèves en classes, voire en plus petits groupes.

Pour notre étude, nous considérons d'abord à un niveau global l'institution CPGE au sein de laquelle les individus viennent occuper les positions d'étudiant, de professeur, de colleurs, d'administratif... Au niveau local, nous nous focalisons en premier lieu sur l'enseignement des mathématiques dans les sous-institutions qui correspondent à la filière EC et ensuite aux deux voies S et T. En second lieu, nous considérons l'enseignement des mathématiques dans l'institution que représente chaque établissement. Enfin, nous nous penchons sur l'institution classe de chaque professeur avec deux positions essentielles, celles de professeur et d'étudiant.

Quelle que soit l'institution en question (les CPGE, la filière et la voie, l'établissement, ou la classe), il est nécessaire de mettre en avant l'idée de stabilité de l'organisation, soulignée notamment par Darmon (2013) et Rauscher (2010). En effet, les deux auteurs mettent en avant le fait que les professeurs, acteurs principaux de toutes ces institutions, ont le même genre de pratiques et prennent des décisions en commun en temps qu'équipe (voir aussi ci-dessous "tribu des enseignants"). Ceci permet d'assurer une continuité et une stabilité du fonctionnement de l'institution, comme nous l'avons déjà évoqué (cf. chapitre I section 2). Darmon met en évidence des dispositifs institutionnels partagés dans les CPGE, qui mettent les étudiants au travail et encadrent leur travail : « *L'institution préparatoire contrôle par redondance, par la répétition d'une même injonction ou d'un faisceau remarquablement parallèle d'injonctions homologues. Divisés, voire en lutte explicite sur bien des points, les professionnels de l'institution*

préparatoire donnent néanmoins à voir une entreprise institutionnelle unifiée et concordante dans sa volonté d'émulation des troupes scolaires. » (p.60). En outre, Rauscher souligne le fait que les professeurs de prépa partagent majoritairement des traits communs d'origine et d'expérience. Il s'en suit que la classe qu'ils organisent chacun partage des traits communs avec les autres, réduisant ainsi la variabilité des classes qui reste alors contrôlée malgré les variabilités personnelles entre les professeurs. C'est cette stabilité postulée des CPGE, au niveau des normes du métier de professeur de CPGE et au niveau de l'organisation d'étude créée par chaque professeur, qui nous permet d'envisager l'influence de l'institution globale CPGE sur le travail des étudiants.

2. Sujet, assujettissement et tribu

Lorsqu'un individu x vient occuper une position p au sein d'une institution I , on dit qu'il est assujéti à - « *c'est-à-dire à la fois soumis à et soutenu par* » (Chevallard, 2003, p. 82) - l'institution dont il devient un sujet. En d'autres termes, l'institution I soumet les activités de ses sujets à un ensemble de contraintes, règles, normes et rituels qui précisent les attentes institutionnelles envers les individus agissant au sein de I . Les individus doivent satisfaire ces attentes en adaptant, au moins en partie, leurs actions aux exigences institutionnelles. Les individus établissent et développent alors des rapports personnels aux divers objets de ces institutions. Chevallard définit un objet o comme étant « *toute œuvre, c'est-à-dire tout produit intentionnel de l'activité humaine* » (ibidem, p.81). Lorsque les rapports établis ne sont pas conformes aux rapports institutionnels attendus $R_I(p,o)$, les personnes sont dites être des mauvais sujets de I , ne connaissant pas ou connaissant mal l'objet o . Toutefois, chaque institution a son propre degré de tolérance défini par des déterminations qui délimitent un champ de manœuvre pour ses sujets : un individu est rarement un sujet parfait aux yeux de l'institution. Par ailleurs, un individu peut essayer de sortir de ce champ tout en restant sujet de I , mais alors il prend des risques, sa situation sera plus "lourde à porter".

Ce phénomène de décalage entre attente institutionnelle et comportement effectif du sujet est d'autant plus difficile à éviter que les individus sont assujétiés à de multiples institutions (famille, communauté....) simultanément et ne peuvent être purs sujets d'une seule institution ; c'est pourquoi certaines personnes peuvent apparaître comme de mauvais sujets d'une institution donnée mais pas des autres. Il y a « *régulièrement, institutionnalisation des rapports institutionnels, c'est-à-dire reprise et poursuite des processus par lesquels les rapports institutionnels se sont un jour formés* » (ibidem, p.85). Ces multiples assujétiements permettent de définir la personne qu'un individu est ou qu'il devient : selon Corcuff (cité dans Matheron, 2010, p.41), « *si les individus construisent collectivement les institutions et les classifications qui leur sont associées, celles-ci leur donnent donc en retour des principes d'identification qui vont leur permettre de se penser et de penser le monde* ». Réciproquement, « *les sujets d'une*

institution, qui permettent déjà à celle-ci de vivre, contribuent-ils en même temps à la faire évoluer, en exerçant une pression institutrice sur les rapports institutionnels » (Chevallard, 2003, p.85).

Tout sujet d'une institution I en position p est soumis à une formation institutionnelle, soit un « *ensemble des influences exercées par les rapports $R_I(p,o)$ sur les personnes occupant la position p* » (ibidem, p.88) visant à le conformer à son rôle en position p , donc à en faire un bon sujet de I . Lors de toute formation, la construction de nouveaux rapports personnels se conformant au rapport institutionnel attendu ou la modification de certains rapports peut entrer en conflit avec des rapports anciens qui peuvent être alors détruits ou au contraire lui servent de points d'appui. Ainsi, « *l'organisation d'une formation suppose donc l'identification des principaux assujettissements sensibles des sujets de la formation, c'est-à-dire de ces assujettissements qui fonctionneront en obstacle ou en appui à la formation* » (ibidem, p.92). Le but de cette identification est de repérer des catégories de personnes, dites "espèces", qui partagent les mêmes assujettissements sensibles. Il est alors possible d'adapter la formation à ces personnes afin de les faire « *changer ensemble, dans une communauté de "pairs" vécue comme une "tribu" en changement* » (ibidem, p.93). Cette notion de tribu est très importante pour notre travail, étant donné qu'elle permet d'expliquer certains aspects des effets des relations sociales entre les étudiants membres d'une tribu sur leur travail personnel. Nous retenons alors le passage suivant du texte de Chevallard : « *A priori tribu parmi d'autres (la famille, le groupe de copains, etc.), généralement fragmentée en clans de quelques personnes, le groupe de formation (la classe, la promotion, etc.), pourra ainsi fonctionner comme une contre-tribu fabriquant et imposant peu à peu ses propres rapports institutionnels. Référé à la tribu ou au clan au sein duquel il s'institue, le changement cognitif apparaît alors comme un processus dans lequel chacun aide l'autre à assumer le changement parce que tous changent ensemble, chacun étant le témoin du changement des autres et témoignant de son acceptation non tant de son propre changement que du changement des autres. Tel est le schéma par lequel on a répondu depuis toujours, de manière apparemment indépassable, à une difficulté elle-même incontournable : la difficulté à s'arracher au passé, à ses évidences, à son "innocence". Quelques-uns, peut-être, peuvent changer tout seuls, solitairement. (...) L'immense majorité des personnes change en fait solidairement, au sein d'un groupe, d'une bande, d'une tribu, d'une classe, d'un "collège invisible" » (ibidem, p.93). Ainsi, nous ferons référence à une contre-tribu au sens d'un ensemble d'individus qui, contrairement à une tribu, changent ensemble à contre-courant en essayant de s'opposer aux attentes institutionnelles.*

Dans ce même contexte, Matheron (2010) évoque dans l'avant-propos de son livre *Mémoire et Étude des Mathématiques. Une approche didactique à caractère*

anthropologique les « petites tribus humaines [...] constituées des classes ordinaires du système éducatif s'appliquant à l'étude des mathématiques sous la direction d'un professeur » et les « activités auxquelles celles-ci s'adonnent selon des rites, des temporalités, des pratiques plus ou moins réglées, et qui, en retour, produisent des comportements » (pp.16-17). De même, Monfort (2000) parle d'un effet de groupe qui se développe au fil de l'année avec des étudiants qui imposent leurs propres normes de comportement à travers une pression collective (cf. chapitre II section 3). Nous pouvons associer cela au fonctionnement d'une contre-tribu telle que nous l'entendons.

Ceci nous amène à formuler une de nos questions de recherche : quelles relations sociales favorisent-elles un travail personnel "réussi", en considérant les relations qui se développent entre les étudiants, ainsi que celles établies avec les professeurs ?

3. Tribu des enseignants

Par ailleurs, Rauscher (2010) étudie la position des professeurs au sein de l'institution CPGE. Conformément aux hypothèses de la TAD, il met en évidence que les sujets de l'institution CPGE en position de professeurs (de chaque discipline, donc en particulier de mathématiques) ont énormément de traits communs ou en tout cas majoritaires, en dépit des variabilités personnelles qui peuvent exister. Ils forment ainsi un groupe social particulier, résultat de plusieurs mécanismes en interaction. À l'entrée, l'institution choisit des professeurs correspondant à certaines caractéristiques, de préférence ; réciproquement, les personnes ayant plutôt certaines caractéristiques ont envie de devenir professeur en CPGE. Au cours du travail en CPGE, les assujettissements exercés par l'institution sur les professeurs les socialisent (comme elle le fait sur les élèves) en un groupe ayant une certaine unité, une identité professionnelle forte, sans nécessairement que ces professeurs aient l'impression qu'on les oblige à être comme ils le sont. Les enseignants de CPGE forment donc un groupe professionnel, ayant quelque chose en commun, fidèles à leurs institutions envers laquelle ils éprouvent attachement et confiance et qui se sentent indépendants mais engagés dans l'avenir des étudiants. Selon lui, *« ces derniers se présentent ainsi non comme soumis aux normes d'un modèle, mais susceptibles de les faire évoluer pour en conserver la légitimité. [...] Ils se comportent [...] en acteurs d'une institution à laquelle ils se soumettent non par respect d'une lettre morte, mais en se dévouant à une tradition dont ils se savent partie prenante. »* (pp.312-313). À travers cet attachement à l'institution, il est possible de parler d'une tribu des enseignants de CPGE qui produisent des *« valeurs structurantes et cohérentes, auxquelles, une fois le changement opéré, [ils] se soumettent »* (ibidem, p.313).

4. Institution chez Darmon

Mais la TAD ne s'est pas vraiment jusqu'à présent attardée sur la façon dont les institutions exercent ces actions d'assujettissements et de ressourcement du travail personnel des élèves et étudiants. En effet, il y a des travaux sur *« l'écologie des phénomènes didactiques, c'est-à-dire de l'étude des contraintes et conditions qui déterminent les possibles et les impossibles des systèmes institutionnels d'enseignement »* (Castela, 2011, p.24), mais pas sur les dispositifs du travail personnel, sauf dans la thèse d'Erdogan (2006). Si Erdogan regarde les conditions du point de vue des mathématiques que la classe fait fréquenter aux élèves, il n'analyse pas particulièrement les dispositifs eux-mêmes, c'est-à-dire ce par quoi l'institution met les élèves au travail (sauf peut-être pour le professeur qui a un dispositif particulier sur les classeurs).

Ainsi, notre cadre s'étend-il au-delà de celui de la TAD, pour incorporer le travail en sociologie mené par Darmon (2013) qui permet d'éclairer certains aspects importants en rapport avec le fonctionnement et le rôle des institutions CPGE. Darmon justifie la dénomination d'institution en empruntant à plusieurs sociologues leurs définitions : *« Les classes préparatoires sont, à plus d'un titre une institution : en tant qu' "organisation" ou "lieu" délimité par des murs "où une activité particulière se poursuit régulièrement" ; en tant que "groupement social légitimé", notamment par son ancienneté et sa position dominante dans les classements symboliques scolaires ; en tant que dispositif réglé (non laissé au hasard des arrangements circonstanciels entre individus) et réglant (déterminant les conduites de ses membres, au moyen notamment de mécanismes d'encadrement et de contrôle des pratiques) »* (p. 28). Cette définition est tout-à-fait compatible avec celle de la TAD ; il est même possible de considérer qu'il s'agit d'une formulation "peut-être un peu plus explicite" que celle de Chevallard citée ci-avant.

Dans son ouvrage, Darmon cherche à définir un type particulier d'institution à partir des fonctions socialisatrices de l'institution CPGE qu'elle étudie comme un lieu de *« sociogenèse des habitus »*, c'est-à-dire comme institution de fabrication d'un type particulier de personnes. Selon elle, les CPGE, ces institutions *« enveloppantes »*, travaillent les élèves, elles les forment et transforment à travers des *« processus de socialisation institutionnelle préparatoire »* (p.16). Ainsi, elle s'intéresse à un certain type de processus d'assujettissement à travers l'analyse des différents dispositifs du fonctionnement quotidien qui permettent à l'institution d'exercer ses effets sur les élèves (techniques de surveillance, de sanction, d'examen et d'empressement, voir chapitre I section 2). Par ailleurs, il s'avère que ce processus d'assujettissement se réalise à travers une prise en compte des individus, ce qui n'est pas un cas général et semble fortement paradoxal. En effet, Darmon met en avant le fait que la prépa travaille à adoucir la violence préparatoire tout en étant soucieuse du bien-être des étudiants. Elle décrit alors l'institution prépa comme étant *« puissante mais non totalitaire, violente mais*

soucieuse du bien-être de ses membres, elle opère en individualisant à l'extrême plutôt qu'en homogénéisant, renforçant de fait sa prise sur les individus qui en sont membres. » (pp. 28-29). Ces résultats convergent avec ceux de Daverne et Dutercq (2013) qui mettent en avant la « *pression regrettée et acceptée* » que subissent les préparateurs ainsi que l'adaptation individualisée de l'enseignement qui permettent une « *socialisation par conversion* ». Ils s'intéressent aux dispositifs institutionnels qui permettent de mettre les élèves au travail tout en assurant un encadrement personnalisé et un accompagnement psychologique.

En prenant appui sur l'ouvrage de Darmon, sur son analyse d'un certain type d'institution et d'un certain type de processus d'assujettissement, nous mettons en avant l'analyse du fonctionnement de l'institution CPGE afin d'explorer comment s'exerce sa fonction socialisatrice. Son travail nous amène à prendre en compte des formes de dispositifs qu'une trop forte centration sur les dispositifs contraignants nous aurait amenées à négliger. Nous formulons alors une deuxième question de recherche : par quels dispositifs institutionnels, à un niveau plutôt macro de l'institution globale CPGE, s'exerce la transformation du mode de travail personnel, ces dispositifs étant recherchés dans les catégories définies par Darmon ?

SECTION 2 : LES CONNAISSANCES EN JEU DANS L'APPRENTISSAGE DES MATHÉMATIQUES

Afin de pouvoir déterminer les aspects du travail personnel auxquels s'intéresse cette thèse, nous proposons une analyse épistémologique des connaissances en jeu en mathématiques, en particulier dans la résolution de problèmes. Pour ce faire, nous nous appuyons sur les recherches de Castela (2000, 2008a, 2011) qui a consacré une grande partie de son travail à la résolution de problèmes et ensuite à la formalisation de la composante pratico-technologique du modèle praxéologique de la TAD. Nous évoquons aussi des éléments des travaux de Chevallard (1997, 1999, 2002) ainsi que de Robert et Robinet (1993). Cette analyse est aussi indispensable pour étayer l'élaboration de notre outil méthodologique principal, un questionnaire portant sur le travail personnel des étudiants pour le cours de mathématiques, en Terminale et en classes préparatoires (cf. chapitre III section 1).

1. Étudier des œuvres, étudier des questions

Chevallard définit une œuvre *O* comme étant « *toute production humaine O permettant d'apporter réponse à un ou des types de questions Q, questions "théoriques" ou "pratiques", qui sont les raisons d'être de l'œuvre* » (1997, p.31). En d'autres termes, une œuvre peut être une réponse à une question, exprimée en terme de praxéologie, ou encore

un savoir savant/théorique utilisé dans la réponse. Dans le modèle praxéologique de Chevallard, une praxéologie (*praxis* : action et *logos* : discours, raison) est formée de deux blocs : le bloc pratico-technique (savoir-faire) et le bloc technologico-théorique. Le premier bloc associe un type de tâche T et une technique τ . La technique τ est une manière efficace de réaliser un certain nombre de tâches de type T . Le second bloc comporte deux niveaux de description et de justification de la *praxis*. Chevallard (1999) explique que la technologie θ d'une technique τ est « *un discours rationnel [...] ayant pour objet premier de justifier "rationnellement" la technique τ , en nous assurant qu'elle permet bien d'accomplir les tâches du type T [...] une deuxième fonction de la technologie est d'expliquer, de rendre intelligible, d'éclairer la technique. [...] Enfin une dernière fonction correspond à un emploi plus actuel du terme de technologie : la production de techniques.* » (pp.226-227). Ensuite intervient la théorie Θ qui a pour rôle de justifier à son tour la technologie θ avec un plus grand niveau de généralité. Ainsi, une praxéologie est un quadruplet $[T, \tau, \theta, \Theta]$. Dans le cas où les quatre composantes d'une praxéologie sont de nature mathématique, on parle de praxéologie mathématique.

Chevallard postule qu'« *étudier O c'est, en substance, étudier les types de questions Q et chercher quelles réponses l'œuvre O permet de leur apporter* » (1997, p.34). Il définit l'étude d'une question comme suit : « *étudier une question de type τ_T , où T est un certain type de tâches, cela conduit [...] à créer une réponse, c'est-à-dire à élaborer une organisation praxéologique $O=[T, \tau, \theta, \Theta]$ inédite* » (1999, p.241). Il s'agit donc de chercher à dépasser les questions spécifiques isolées. Pour produire une réponse, il est possible d'avoir recours aux outils déjà produits (œuvres existantes) moyennant certaines adaptations. Ainsi, le traitement des questions débouchera sur la généralisation de la question par la production de praxéologies et, entre autres, de savoirs nouveaux. Il est alors possible de définir une œuvre scientifique et en particulier une œuvre mathématique comme un ensemble de praxéologies produites pour traiter des classes de questions qui donnent sens aux savoirs théoriques. Ceux-ci permettent à la suite de traiter de nouvelles questions, génériques ou spécifiques. Ainsi, l'essence de l'étude mathématique, au sens de l'étude d'une question par la recherche mathématique, n'est pas dans la résolution astucieuse et isolément créative de problèmes, elle est dans la recherche de réponses ayant une genericité, conduisant au développement d'une œuvre praxéologique.

2. Les visées de l'enseignement des mathématiques

Chevallard, en évoquant une situation à laquelle fut confronté le physicien Feynman face à des étudiants en école d'ingénieurs, met en avant l'existence de deux mondes didactiques opposés : « *dans l'un, moderne, et apparenté au monde savant, l'objectif de l'étude est la capacité à résoudre des problèmes ; dans l'autre, l'objectif est la capacité à maîtriser formellement un discours technologico-théorique. Corrélativement, les sujets*

de l'un et l'autre mondes n'attribuent pas les mêmes fonctions aux structures mises en œuvre – cours et problèmes. Dans un monde où la science peut "se mettre en cours" sans reste, les problèmes et exercices sont là pour aider à comprendre le cours, qui est l'alpha et l'oméga de l'étude. Ils sont donc inutiles à ceux qui ont compris, sinon pour vérifier qu'ils ont compris [les étudiants dans ce cas]. Par contraste, dans le monde savant [du professeur dans ce cas], la résolution de certains types de problèmes est l'objet même du savoir qu'il est chargé de transmettre : le "cours" pris seul n'est alors plus qu'une partie presque inessentielle de l'affaire. » (2002, p.8). Nous nous inspirons de cette comparaison pour définir deux directions extrêmes sur un continuum de l'enseignement des mathématiques : la première défendrait une focalisation sur la compétence de résolution de problèmes tandis que la deuxième s'y opposerait complètement avec une focalisation sur l'acquisition et la compréhension du savoir théorique.

Nous n'adoptons aucune de ces deux perspectives. En effet, la première direction, en se focalisant sur la résolution de problèmes, ne met en jeu qu'un savoir théorique minimal, ce qui ne relève pas de l'essence des mathématiques en tant qu'activité scientifique. Quant à la deuxième direction, si elle pourrait sous une forme atténuée être considérée présente à l'université, elle oublie les raisons d'être des questions et se limite à un aspect de visite des œuvres. Or, en mathématiques, il n'est pas possible de ne pas faire utiliser les savoirs pour résoudre des problèmes du fait que les savoirs théoriques sont toujours produits pour répondre à des questions. Ainsi, nous considérons que l'objectif de l'enseignement des mathématiques est à la fois une appropriation de savoirs théoriques et le développement de compétences de résolution de problèmes. Les deux sont liés : l'utilisation du savoir théorique dans des problèmes donnent du sens au savoir et contribue à son étude ; une certaine maîtrise du savoir théorique aide à la résolution de problèmes. Ainsi, nous nous intéressons dans ce qui suit à l'activité de résolution de problèmes en mathématiques.

3. La résolution de problèmes en mathématiques

La résolution de problèmes a pris une importance croissante dans l'enseignement des mathématiques depuis plus de trente ans, sous des formes variables suivant les pays. Un rôle central est attribué à la résolution de problèmes par une épistémologie qui considère les mathématiques comme un champ de création humaine constamment en développement grâce aux conjectures, démonstrations et questionnements. Mais il existe plusieurs approches très différentes des liens entre résolution de problèmes et apprentissage des mathématiques, Castela présente une revue de travaux consacrés à ce thème dans le premier chapitre de son HDR (2011, pp.5-58), en se positionnant par rapport au courant du *Problem Solving* d'une part et la didactique française d'autre part. En nous appuyant sur cette revue de travaux, nous soulignons l'opposition de deux principaux points de vue sans rentrer dans les détails : d'une part il y a les approches qui

mettent l'accent sur l'originalité des problèmes posés et la dimension créative de l'activité de résolution ; d'autre part il y a celles qui considèrent que par delà sa dimension d'invention en contexte, la résolution de problèmes contribue à la formation mathématique des étudiants en ce qu'elle leur permet d'acquérir des savoirs théoriques et des savoir-faire transférables, ainsi que de créer des connexions à l'intérieur des mathématiques et avec d'autres domaines. Cette deuxième approche que nous adoptons est en accord avec celle de Chevallard qui souligne la généricité à travers le modèle praxéologique.

En outre, nous postulons qu'il est également possible d'apprendre à partir de textes qu'on n'a pas soi-même produits. C'est ce que doivent réaliser les étudiants lorsqu'ils étudient les cours magistraux (y compris les démonstrations) ou les autres textes issus de livres de mathématiques. Toutefois, même l'étude du cours théorique est motivée par sa mise en œuvre dans les problèmes, ce qui n'est pas le cas dans certaines disciplines littéraires par exemple. Castela explique qu'en effet, pour l'enseignement des mathématiques, « *il ne s'agit plus seulement de créer les conditions d'une construction conceptuelle, de l'appropriation par les élèves des concepts et des théorèmes (savoirs théoriques), les fins ultimes visées concernent l'utilisation de ces connaissances dans certaines pratiques* » (2011, p.6). Ainsi, il ne s'agit pas de nier l'importance du savoir théorique mais « *d'étendre son champ d'utilisation à des problèmes qui ne se réduisent pas à l'exercice routinier de techniques connues par avance, applications simples des théorèmes enseignés* » (ibidem, p.6). La résolution de problèmes est alors perçue autant comme un moyen pour faire étudier le cours qu'un objectif de l'éducation mathématique en soi.

4. Les connaissances utiles pour la résolution de problèmes

Il s'agit alors d'apporter une réponse à la question suivante : que faut-il savoir - quelles connaissances doivent acquérir les étudiants - pour pouvoir résoudre des problèmes en mathématiques ? Si le cours théorique est nécessaire et utile pour la résolution de problèmes, il n'est pas suffisant.

4.1 Le courant méta

Les recherches que nous désignerons comme formant le "courant méta", qui regroupent les travaux de Robert, Robinet et Rogalski entre autres, s'intéressent à l'extension du savoir au-delà du théorique à travers les connaissances métacognitives des élèves.

En général, l'échec des étudiants dû aux difficultés qui ne tiennent pas seulement aux contenus mathématiques est à l'origine de nombreux travaux de recherche qui s'intéressent aux connaissances métacognitives des élèves. Robert et Robinet (1993)

postulent que « *les principaux travaux français [en didactique des mathématiques qui font référence explicitement à des métaconnaissances] sont plutôt centrés sur la détermination de métaconnaissances à transmettre aux élèves et de leur mode de transmission (scenario), avec un objectif d'apprentissage de mathématiques (et d'analyse des effets de l'enseignement)* » (p.16). Elles mettent en avant le fait qu'il n'est pas possible de « *rester au niveau des savoirs seuls, pour engendrer de nouveaux savoirs il va falloir s'attaquer aux règles de construction et de transfert des savoirs : c'est ce niveau précisément où on aborde les connaissances sur des savoirs qu'on appelle méta* » (ibidem, p.7). Elles s'intéressent alors au discours du professeur en postulant qu'il contient des éléments méta sur les mathématiques qui accompagnent son discours sur les connaissances, « *qui s'y rapportent mais sans nécessairement contenir d'informations mathématiques stricto sensu* » (ibidem, p.1) et qui visent à faciliter l'acquisition de certains concepts et la construction de connaissances par les élèves. En outre, elles avancent que les étudiants peuvent s'engager dans des réflexions sur leurs connaissances mathématiques et sur leurs représentations des mathématiques ainsi que de l'activité et l'apprentissage mathématiques. Le méta apparaît alors à la fois comme un moyen pour intervenir dans les apprentissages et comme une fin qui alimente la réflexion. Robert et Robinet postulent que toutes les recherches autour du méta « *s'appuient sur l'hypothèse que les élèves peuvent améliorer ou faciliter leur apprentissage mathématique par la prise en compte, par l'enseignant et par eux-mêmes, de tels éléments de niveau méta.* » (ibidem, p.3).

4.2 Les savoirs pratiques chez Castela

Dans le prolongement de ces travaux, Castela cherche à spécifier dans l'ensemble très générique du méta un sous-ensemble de connaissances susceptibles d'être identifiées comme dotées d'un caractère mathématique, au sens de légitimé du point de vue des mathématiciens, comme des catégories de connaissances qu'ils développent et utilisent. Pour elle, ces connaissances peuvent être considérées comme savoirs puisqu'elle postule qu'elles sont partagées et reconnues socialement, dans certaines micro-institutions de la recherche mathématique.

Dans un premier temps, elle les définit comme connaissances sur le fonctionnement mathématique. Elle postule que la dimension générique des problèmes en mathématiques permet que se construise un rapport qu'elle nomme "stratégique" aux tâches mathématiques susceptible de déboucher sur des savoirs à finalité pratique, indispensable pour l'activité de résolution de problème et donc pour l'apprentissage des mathématiques. Elle oppose ce rapport "stratégique" au rapport "tactique" qui engage les étudiants strictement dans une activité de résolution de la tâche, sans rechercher aucune généralité. Castela affirme que de ces savoirs pratiques relèvent « *des savoirs sur le fonctionnement*

*mathématique*⁵¹ d'une part et d'autre part des savoirs concernant l'activité de résolution proprement dite, considérée comme dotée de traits relativement invariants, d'une situation de recherche à l'autre et d'un sujet à l'autre » (Castela, 2011, p.37). Selon elle, ces savoirs « débordent largement du cadre du savoir savant » (2000, p.331), ils ne sont pas totalement pris en charge par le savoir essentiellement théorique explicitement enseigné et institutionnalisé. Ainsi, ils « n'apparaissent quasiment pas en tant qu'enjeux explicites de l'enseignement alors que leur acquisition est une condition de la réussite » (ibidem, p.331).

Dans un second temps, elle a recours au modèle praxéologique de la TAD afin d'explicitier le fait que le savoir théorique n'est pas le tout du savoir en jeu dans la résolution de problèmes et de mettre en évidence l'importance des savoirs pratiques. Castela a retravaillé le modèle praxéologique de Chevallard, notamment la composante technologique θ qui nous intéresse particulièrement. Elle explique que dans les usages récurrents qui sont faits de la notion de technologie dans le cas de praxéologies mathématiques (usuellement Organisation Mathématique - OM, même si cette formulation tend à disparaître aujourd'hui), la technologie concerne des éléments de savoirs qui sont « des résultats produits et validés par les théories mathématiques » (2011, p. 51), les objets mathématisables des sites d'Erdogan (cf. chapitre II section 2) excluant ainsi la plupart des savoirs pratiques. Ainsi, Castela (2008a) distingue deux composantes au sein de la technologie relative à une technique mathématique : la composante théorique θ_{th} et la composante pratique θ_p . « Aux côtés d'éventuels éléments de savoirs empruntés à certaines théories pertinentes (nous parlerons dans la suite de "la composante théorique" de la technologie, notée θ_{th}) figurent dans la technologie ces savoirs qui, selon les domaines de recherche, sont qualifiés d'opérateurs, pragmatiques, pratiques. Œuvre collective forgée dans l'expérience, cette composante pratique de la technologie (notée dans la suite θ_p) exprime et capitalise la science de la communauté des praticiens confrontés dans les mêmes conditions matérielles et institutionnelles aux tâches du type T, elle en favorise la diffusion au sein du groupe. » (p.143). Cette composante pratique, qui est "localement située" étant « relative aux conditions d'utilisation de la technique par les sujets d'une institution donnée », est aussi « porteuse d'une généricité spécifique dans l'institution utilisatrice » (2011, p.51). En outre, Castela conjecture « que les savoirs pratiques construits par les experts circulent dans certains cercles du monde de la recherche mathématique » (2008a, p.52), ce qui en fait un point d'appui nécessaire pour donner un rôle explicite à ces savoirs dans l'enseignement.

Nous citons les six fonctions de la technologie élaborées par Castela (2011, pp. 53-54), qui se répartissent en deux blocs, sans nous attarder sur les détails de leur définition.

⁵¹ Castela définit le fonctionnement mathématique comme étant « l'ensemble des modes d'intervention des objets mathématiques dans les solutions des différents problèmes » (2000, p.344).

Dans le premier, il y a deux fonctions, *valider* et *expliquer*, qui concernent les savoirs permettant de justifier l'utilisation de la technique. Il s'agit respectivement de justifier la technique, soit de montrer qu'elle produit ce qu'il en est attendu, et d'identifier les causes de son efficacité. Le second bloc regroupe quatre fonctions : *décrire* les gestes constitutifs de la technique, *faciliter* son utilisation, *motiver* les différents gestes de la technique par référence à leurs buts, enfin *évaluer* son efficacité en termes de facilité et de confort d'usage par rapport aux autres techniques possibles qui existent. Ces quatre fonctions sont orientées vers la composante pratique de la technique et ne sont pas uniquement validées par le savoir théorique. Nous faisons référence à ces fonctions dans le chapitre XIV où nous analysons le cours et le discours de professeurs de mathématiques.

Ainsi, nous partons de l'hypothèse qu'il ne suffit pas d'étudier le cours et de résoudre des problèmes pour devenir un bon résolveur. Notre hypothèse est qu'un travail *a posteriori* est nécessaire pour construire les savoirs pratiques utiles à l'activité mathématique. Ceci nécessite donc de la part des étudiants des gestes d'étude complémentaires relevant d'un travail personnel dont nous cherchons à définir les aspects concernés par notre recherche dans la partie suivante.

SECTION 3 : LE TRAVAIL PERSONNEL EN MATHÉMATIQUES

La troisième notion au cœur de notre travail est celle de l'étude telle que définie en didactique des mathématiques. Nous cherchons d'abord à comprendre ce qui est sous-entendu par le terme "étude" dans le contexte scolaire en nous appuyant sur la définition élaborée par Chevallard (1988, 1997, 1999, 2002) et sa reprise dans la thèse d'Erdogan (2006) qui lui consacre un chapitre. Nous définissons ensuite "l'étude autonome" tel que nous l'entendons dans le cadre de ce travail de thèse.

1. Définition de l'étude en contexte scolaire

À travers les différents textes de Chevallard, nous identifions plusieurs définitions de l'étude ou des aspects de l'étude, au sens global du terme ainsi que dans le contexte scolaire ou le "monde de la *skholê*" tel qu'il le désigne. Parmi les premières définitions qu'il donne à l'étude, Chevallard (1988) fait référence aux définitions des dictionnaires qui décrivent le fait d'étudier comme l'utilisation de l'esprit pour acquérir un savoir/connaissance. Il définit alors l'étude dans le contexte scolaire comme étant le fait de « *faire quelque chose afin d'apprendre quelque chose ("savoir") ou d'apprendre à faire quelque chose ("savoir-faire")* » (1999, p.240). En comparaison avec l'étude d'une question dans le "monde savant" où il s'agit d'élaborer une praxéologie *O*, il précise que

l'étude d'une question dans le "monde scolaire" consiste presque toujours à « *recréer une réponse O déjà produite en quelque autre institution. Étudier, c'est donc étudier une réponse – au sens fort – que l'on tient pour valable. C'est étudier une œuvre existant ailleurs dans la société, pour la reconstruire, la transposer dans l'institution qui sert d'habitat à l'étude* » (ibidem, p.241).

Ainsi, en nous basant sur cette définition, nous considérons que d'une part, l'étude vise l'appropriation du savoir théorique qui s'effectue par l'étude du cours, soit du texte du savoir théorique, autant que par la résolution de problèmes ayant généricité. D'autre part, l'étude sert à la construction de connaissances pratiques ; nous postulons qu'elle est favorisée par un retour réflexif, nécessaire pour la plupart des étudiants, sur les solutions de problèmes et l'étude de démonstrations considérées comme des exemples de solutions de problèmes.

2. Les moments de l'étude

D'après Chevallard, « *quel que soit le cheminement concret de l'étude, certains types de situations sont presque nécessairement présents au cours de l'étude, même s'ils le sont de manière très variable, tant au plan qualitatif qu'au plan quantitatif. Ce sont de tels types de situations qu'on appellera moments de l'étude, ou moments didactiques, parce qu'on peut dire que, quel que soit le cheminement suivi, il arrive forcément un moment où tel geste d'étude devra être accompli* » (ibidem, p.250). Dans la partie qu'il consacre à son cadre théorique, Erdogan (2006) évoque « *la notion de moments d'étude comme la description de la mise en place de l'étude d'une organisation mathématique [praxéologie] en classe* » (2006, p.35). Ainsi, le modèle en question est constitué de « *six moments de l'étude réunis en quatre groupes, dans un ordre [qui] n'implique aucune consécution temporelle nécessaire* » (Chevallard, 2002, p.12). Le groupe I – activités d'étude et de recherche – comporte trois moments et les trois autres groupes – respectivement synthèses (II), exercices et problèmes (III), contrôles (IV) – comportent chacun un seul moment.

Groupe I (Activités d'étude et de recherche [AER])

1. Moment de la (première) rencontre avec T ;
2. Moment de l'exploration de T et de l'émergence de la technique τ ;
3. Moment de la construction du bloc technologico-théorique $[\theta/\Theta]$.

Groupe II (Synthèses)

4. Moment de l'institutionnalisation.

Groupe III (Exercices & problèmes)

5. Moment du travail de l'organisation mathématique (et en particulier de la technique).

Groupe IV (Contrôles)

6. Moment de l'évaluation.

Figure 3 : Les moments de l'étude - extrait de (Chevallard, 2002, p.12)

Le premier moment est celui de la première rencontre avec l'organisation O (la praxéologie), enjeu de l'étude, qui a lieu à travers l'un au moins des types de tâches T . Le second est le moment de l'exploration de T et de l'émergence de la technique τ . Il s'agit du moment d'une première résolution d'un problème de type T dont la reprise pour d'autres problèmes proches permet « *de créer et de mettre au point une technique relative aux problèmes de même type, technique qui elle-même sera ensuite le moyen de résoudre de manière quasi routinière des problèmes de ce type* » (Chevallard, 1999, p.252). Le troisième moment est celui de la construction du bloc technologico-théorique $[\theta/\Theta]$. C'est ce dernier « *qui est en interrelation étroite avec chacun des autres moments* » (ibidem, p.252) qui est surtout pris en compte par notre travail. Il est considéré comme « *la première étape de l'étude, qui est alors commune à l'étude de plusieurs types de problèmes T* » et peut avoir lieu sous l'impulsion du professeur ou pas. C'est à travers ce moment qu'a lieu la construction du savoir par les étudiants. Ce savoir est ensuite étudié et/ou développé lors du moment du travail de l'organisation mathématique, désigné comme le cinquième moment et appartenant au troisième groupe. En effet, c'est à travers la résolution d'exercices et de problèmes complémentaires, ainsi qu'éventuellement l'étude du cours, que les étudiants travaillent en particulier une technique donnée d'une organisation mathématique afin de « *la rendre plus efficace et plus fiable et accroître la maîtrise* » (ibidem, p.253). Le quatrième moment, celui de l'institutionnalisation (deuxième groupe), permet de « *préciser ce qu'est "exactement" l'organisation mathématique élaborée, en distinguant notamment, d'une part les éléments qui, ayant concouru à sa construction, n'y seront pas pour autant intégrés, et d'autre part les éléments qui entreront de manière définitive dans l'organisation mathématique visée* » (ibidem, p.254). Le sixième moment (quatrième groupe) dit de l'évaluation (de la technique) permet aux étudiants d'« *évaluer les rapports personnels en les référant à la norme que le moment de l'institutionnalisation aura ainsi hypostasiée* » (ibidem, p.254). Ce moment de l'évaluation d'une technique par rapport à d'autres moments comme celui

du travail de l'organisation mathématique peut donner lieu à un développement de la composante pratico-technologique, particulièrement de sa composante pratique.

3. Topos et étude autonome

Afin de pouvoir préciser/déterminer ce que nous entendons par "étude autonome", il est indispensable de nous arrêter sur la notion de topos qui « *permet surtout de poser des questions à l'égard de la position que l'élève est censé occuper au sein de l'institution et du travail qu'il est appelé à accomplir* » (Erdogan, 2006, p.34). Étant donné que le modèle des moments de l'étude « *n'impose [aucun] partage déterminé des responsabilités didactiques entre professeur et élèves* » (Chevallard, 2002, p.17), Chevallard s'attarde sur les conditions et contraintes de la position institutionnelle de l'étudiant dans la relation didactique. Il explique alors qu'en plus des "tâches coopératives" qui ont lieu en "interaction didactique" entre le professeur et l'étudiant, où chacun accomplit des gestes qui font partie de son rôle, l'étudiant doit accomplir des tâches « *dont il est l'unique acteur, et dont l'ensemble constitue par définition son topos* » (ibidem, p.17) afin d'assurer les apprentissages. Il définit alors le topos de l'étudiant comme « *l'ensemble des gestes d'étude que celui-ci aura à accomplir en autonomie didactique* » (ibidem, p.10) en classe et hors classe.

Le topos de l'étudiant dépend du topos du professeur et de « *ce à quoi l'institution d'enseignement prétend reconnaître que l'étudiant sait* » (ibidem, p.10). Il varie en fonction du type de dispositif d'étude (cours ou TD par exemple), du type d'objet d'étude (technique ou discours purement technologico-théorique) et des moyens d'étude mis à disposition de l'étudiant. Si le contrat didactique détermine l'ensemble des attentes et responsabilités réciproques du professeur et de l'étudiant engagés dans une tâche coopérative, tous les objets du topos de l'étudiant ne sont pas nécessairement désignés de façon explicite. Ainsi, reste à la charge de l'étudiant la nécessité de définir certains gestes qu'il doit accomplir en autonomie. Dans ce qui suit, nous appellerons travail personnel ou étude autonome « *la part de travail nécessaire incombant à l'élève* » (Erdogan, 2006, p.30).

4. Délimitation du travail personnel

Afin de définir les aspects de l'étude autonome pris en compte par notre travail, nous appuyons sur l'hypothèse suivante de Castela : au lycée, les savoirs pratiques, contrairement au savoir théorique explicitement enseigné et institutionnalisé, ne sont en général pas reconnues par l'institution éducative, qui n'organise aucun système didactique visant à permettre leur apprentissage. Il s'agit alors d'« *enjeux ignorés d'apprentissage* » (2011, p.48), qui ne sont pas désignés par le contrat didactique, ils restent au statut de connaissances et n'apparaissent pas comme savoirs. Ceci implique

donc, entre autres, l'absence du moment de l'institutionnalisation pour ces connaissances pratiques, leur construction relevant du topos de l'étudiant. En effet, comme le postule Castela, « *le processus de construction de ces connaissances pratiques utiles n'est que partiellement accompagné didactiquement, il exige donc de l'étudiant qu'il prolonge son étude au-delà de la situation didactique, en s'appuyant sur les diverses ressources que celle-ci lui aura fournies, dont les activités de résolution de problèmes réalisées* » (2011, p.59). Les étudiants se trouvent alors obligés de développer une autonomie mathématique à travers un travail personnel (autodidacte), le professeur n'intervenant plus que comme une "aide à l'étude" par l'intermédiaire des ressources qu'il met à disposition des étudiants. Castela considère qu'« *il appartient aux professeurs de mathématiques de participer à la construction chez les élèves d'un rapport stratégique au monde et de les préparer à assumer la responsabilité autodidacte* » (2008a, p.25), l'institution assumant ainsi la responsabilité didactique d'organiser l'enseignement de tels enjeux d'apprentissage. Les résultats de la comparaison CPGE/université dans les travaux de Castela indiquent qu'il est possible que les professeurs de CPGE assument au moins en partie cette responsabilité. C'est une dimension que l'évolution de notre problématique nous a finalement conduite à prendre comme objet d'étude.

Nous nous intéressons alors au travail personnel autonome que les étudiants doivent développer en dehors de la présence des enseignants et en plus des tâches qui leur sont prescrites et organisées, dans les cadres institutionnels considérés. Or, dans l'enseignement supérieur et plus particulièrement en classes prépa, ce travail ne se situe pas nécessairement dans le prolongement de celui qui assure une certaine réussite au lycée. De nombreux étudiants entrant en CPGE réussissent à faire évoluer leurs pratiques de façon à mettre en place un travail personnel autonome adapté aux exigences de la prépa, assurant ainsi leur réussite en mathématiques. Nous postulons qu'ils le font en partie grâce à l'encadrement des professeurs. Cependant, d'autres n'y arrivent pas, malgré leur réussite (au moins relative) au lycée. Ainsi, nous nous attardons sur le travail personnel des étudiants, en cherchant à en approcher les modalités et à déterminer ce qui est de nature à favoriser la réussite. Cela consiste à regarder les gestes complémentaires de l'étude, c'est-à-dire ce que font les étudiants au-delà du simple fait de résoudre des problèmes pour apprendre quelque chose. Contrairement à ce que font Erdogan (2006) et Mario (2012), nous ne regardons pas l'activité de résolution autonome (en classe ou à la maison) en soi, mais les gestes ayant pour but l'apprentissage : il s'agit d'une part de compenser ce qui n'a pas pu être fait en classe et d'autre part d'aller au-delà de ce que le professeur a donné. Nous nous référons aux gestes d'étude que Castela (2007a, 2007c, 2009) a repérés pour les étudiants de Première Scientifique (cf. chapitre II section 2) : des gestes de reprise du cours ou des exercices entre deux séances, des gestes d'évaluation de l'état de l'apprentissage relatif aux exercices faits dans la phase de révision du contrôle, des gestes visant à pallier les ignorances diagnostiquées et des gestes de prolongement de

l'étude. Nous nous intéressons alors au travail effectué sur les textes du savoir mathématique, notamment autour des solutions d'exercices déjà produites par l'étudiant et/ou le professeur ainsi que du cours théorique (définitions, théorèmes, mais surtout démonstrations), en cherchant ce que font les étudiants pour se l'approprier mais non pour en produire. Nous regardons aussi le travail que réalisent les étudiants de leur propre initiative autour d'exercices complémentaires. Notre analyse concerne donc surtout les troisième et cinquième moments d'étude (respectivement moment de construction du bloc technologico-théorique dont la composante pratique, moment du travail de l'organisation mathématique).

Nous formulons alors deux questions de recherche : quelles sont les formes d'étude en mathématiques attendues des enseignants et que les étudiants doivent réaliser en plus de celles qui sont encadrées et prescrites ? Quels sont les gestes d'étude en mathématiques que réalisent les étudiants en réussite par comparaison avec ceux qui échouent ?

SECTION 4 : SYNTHÈSE

Grâce aux différents éléments définis à travers notre cadre conceptuel, nous avons reformulé notre questionnement de départ sous forme des quatre questions de recherche suivantes :

- Quelles relations sociales favorisent un travail personnel "réussi", en considérant les relations qui se développent entre les étudiants, ainsi que celles établies avec les professeurs ?
- Par quels dispositifs institutionnels, à un niveau plutôt macro de l'institution globale CPGE, s'exerce la transformation du mode de travail personnel, ces dispositifs étant recherchés dans les catégories définies par Darmon ?
- Quelles sont les formes d'étude en mathématiques attendues des enseignants et que les étudiants doivent réaliser en plus de celles qui sont encadrées et prescrites ?
- Quels sont les gestes d'étude en mathématiques que réalisent les étudiants en réussite par comparaison avec ceux qui échouent ?

Nous pouvons dire qu'à travers l'ensemble des questions que nous posons, nous cherchons à analyser l'évolution du travail personnel des étudiants au cours d'une année préparatoire en termes de quantité, modalités et connaissances construites, ainsi qu'à déterminer les facteurs qui contribuent à cette évolution. D'une part, nous mettons l'accent sur les connaissances en jeu dans l'apprentissage mathématique ainsi que sur l'étude autonome, lieu de rencontre entre les étudiants et ces connaissances, afin de voir comment ces dernières sont construites. D'autre part, nous nous intéressons au rôle du

contexte institutionnel dans l'étude autonome. Nous avons choisi de nous approcher au plus près du travail personnel des étudiants, en considérant l'influence de l'institution CPGE à niveau très global. Cependant, il est aussi possible d'étudier l'influence d'institutions plus petites sur le travail personnel, telle que la classe d'un professeur. Nous verrons dans le chapitre suivant sur le cadre méthodologique (cf. chapitre IV section 3) que certaines conditions de recherche nous ont conduites à changer l'angle de l'analyse, pour descendre à un niveau plus local de l'institution. Par ailleurs, notre cadre nous permet de justifier la conception de notre outil méthodologique principal, un questionnaire qui porte sur le travail personnel des étudiants, que nous détaillons dans la suite (cf. chapitre IV section 1).

CHAPITRE IV : CADRE MÉTHODOLOGIQUE

SECTION 1 : RECUEIL DE DONNÉES – PREMIÈRE PHASE

1. La démarche de recherche

Nous avons fait le choix de recourir à différentes méthodes de collectes de données, croisant des méthodes qualitatives et quantitatives, afin de mieux cerner les différentes questions de recherches qui nous préoccupaient. Nous avons débuté par des discussions informelles avec les professeurs impliqués dans notre recherche et les étudiants présents afin de nous former une idée plus claire de l'institution et du public concernés par notre étude. Nous avons aussi assisté à quelques séances de cours dans les trois lycées dans le but de nous familiariser avec le contexte des CPGE et le déroulement des cours dans les classes en question. Nous avons ensuite construit un questionnaire qui porte sur le travail personnel des étudiants, outil principal de notre étude, que les étudiants ont complété à plusieurs moments de l'enquête. Cependant, étant donné que le questionnaire ne nous permettait pas d'aborder en détail tous les aspects du travail personnel des étudiants, nous avons cherché à approcher de plus près certains points qui nous intéressaient et que nous avons identifiés grâce au dépouillement préliminaire des questionnaires. À cet effet, nous avons d'abord lancé des échanges par mails autour de ces questionnements avec des étudiants volontaires. Nous avons ensuite complété cette investigation par des entretiens avec des étudiants volontaires afin de discuter de leur travail personnel et de l'activité mathématique qu'ils réalisent à des moments d'étude plus spécifiques. Une autre source de données regroupe des productions écrites des étudiants (notes de cours, exercices, DS) ainsi que des documents distribués aux étudiants (polycopiés de cours et fiches d'exercices). Initialement, nous avons décidé de recueillir ces documents dans le but de vérifier ce que disaient les étudiants sur leur prise de notes.

2. Première prise de contact

La première rencontre (en Juin 2011) avec les professeurs (présentation du projet et contrat de recherche) que nous avons déjà évoquée (cf. chapitre I section 3) avait aussi une dimension de familiarisation avec l'institution prépa. En effet, à travers des discussions informelles avec les professeurs, nous cherchions à mieux découvrir cette institution qui nous était jusque là peu connue du fait de notre parcours antérieur. Il s'agissait de réunir des informations concernant la structure de l'institution globale, la filière EC et les deux voies S et T respectivement, les trois lycées, l'organisation des enseignements, le fonctionnement des classes, les dispositifs qui encadrent le travail des étudiants et les modalités de ce travail. Nous nous sommes aussi renseignées sur les

attentes des professeurs vis-à-vis du travail des étudiants et sur son évaluation. Ces discussions ont pris la forme d'entretiens semi-directifs avec des questions clefs préparées à l'avance⁵², mais n'ont pas été enregistrées étant donné l'aspect informel de cette première rencontre. Nous avons néanmoins pris notes des différentes informations qui nous ont été communiquées par les professeurs afin de les utiliser dans la suite pour l'élaboration du descriptif du fonctionnement de chaque classe, ainsi que pour inspirer des éléments du questionnaire des étudiants.

À la fin de la rencontre avec F.M. qui a eu lieu juste avant son cours avec les étudiants de première année, il nous a proposé de nous présenter aux étudiants en début de cours. Nous avons alors profité de cette invitation pour leur présenter notre projet de thèse. De plus, le professeur a accepté de nous accorder quelques minutes de discussions avec les étudiants. Ceux-ci étant en fin de première année de prépa, nous avons discuté avec eux des conseils qu'ils donneraient à leurs successeurs de la prochaine rentrée concernant le travail à faire en mathématiques, thème qui a aussi fait l'objet d'un mail adressé aux étudiants l'année suivante, que nous évoquons dans la suite. Les informations obtenues constituent un complément au processus de familiarisation avec les CPGE.

Par ailleurs, avec l'autorisation des professeurs, nous avons assisté à quelques séances de cours (cours, Travaux Dirigés - dans la suite TD - et/ou de colles) dans les trois lycées (Octobre - Novembre 2011). Cependant, le nombre d'observations était réduit à deux par lycée en raison de contraintes de temps et de disponibilité⁵³. Notre rôle se limitait à observer le déroulement des séances et le comportement des étudiants en prenant des notes. Nous avons aussi profité de notre présence dans les classes pour discuter de façon informelle pendant quelques minutes avec les étudiants en début ou fin de séance. Le but était simplement de découvrir la façon dont se passaient les choses dans chaque classe, sans chercher à aller plus loin à ce stade de la recherche. En effet, a priori, cela ne faisait pas partie des outils susceptibles de répondre aux questions de recherche, centrées sur le travail personnel hors classe, que nous espérions approcher de près mais sans nous attarder sur les pratiques enseignantes en classe. De ce fait, l'influence institutionnelle prise en compte jusque-là était limitée aux éléments communs à l'institution CPGE.

3. Questionnaire pour les étudiants

L'outil principal de notre collecte de données est un questionnaire de type pré/post qui porte sur le travail personnel des étudiants en mathématiques à deux moments de leur cursus, en fin de Terminale et en fin de première année de classe préparatoire. L'intérêt principal du choix de cet outil est dans sa capacité à permettre la collecte d'un grand

⁵² La liste des questions clefs qui ont guidé ces discussions avec les professeurs se trouve en annexe 1.

⁵³ Étant donné que nous avons enseigné tout au long du parcours de thèse, il nous était difficile de nous rendre dans les lycées fréquemment.

nombre d'informations. À travers ce questionnaire, nous cherchons à déterminer les modalités du travail personnel que les étudiants réalisent et à explorer comment ce dernier a évolué en cours de première année préparatoire, c'est-à-dire si les étudiants ont acquis des méthodes de travail par lesquelles ils espèrent répondre aux exigences de formation de leur institution et lesquelles.

3.1 Conception

Suite aux discussions avec les professeurs et après avoir pris connaissances des divers travaux qui s'intéressent au thème du travail personnel des étudiants (cf. chapitre II), nous avons élaboré, en fonction des hypothèses de notre cadre conceptuel et de nos questions de recherche, un questionnaire⁵⁴ inspiré des travaux de Castela (2002, 2004), Mac Aleese (non publié), Adangnikou (2007), Félix (2002a, 2004) et Najar (2010). Dans tous ces travaux, des questionnaires portant sur divers aspects du travail personnel des étudiants en mathématiques ont été construits puis complétés par des étudiants dans le cadre d'études menées aux différents niveaux de scolarité (collège, lycée et supérieur).

Notre questionnaire est basé en grande partie sur les formes d'étude attendues des enseignants de mathématiques. En effet, dans les données qui ont servi à élaborer le questionnaire, nous retrouvons certains éléments classiques de la doxa enseignante, notamment quant à la résolution des exercices et l'étude du cours. En outre, nous nous appuyons sur une modélisation de l'étude en mathématiques forgée à partir de la conception de la résolution de problèmes que nous avons adoptée (cf. chapitre III section 2) à la suite de Robert et Robinet (1993) et Castela (2000, 2008a, 2011). Cette dernière donne de l'importance aux dimensions génériques et donc aux acquis des expériences antérieures, exprimés en terme de méthodes et méta par Robert et Robinet et à leur suite en termes de savoirs pratiques par Castela.

Nous nous intéressons d'abord à l'organisation des conditions de l'étude par les étudiants à travers des questions qui portent sur les lieux d'étude, la répartition et la planification des moments de travail, ainsi que les difficultés que rencontrent les étudiants par rapport à la régulation du travail personnel hors-classe. Comme le montrent les résultats de plusieurs études portant sur le travail personnel, l'organisation de l'étude joue un rôle déterminant dans la réussite des étudiants. Ainsi, nous considérons qu'il est indispensable de tenir compte de l'influence des divers aspects de cette organisation sur l'avancement du travail des étudiants. Par ailleurs, nous cherchons à explorer les différents types d'interactions dans lesquelles s'engagent les étudiants en travaillant les mathématiques en classe et hors-classe. Nous partons de l'hypothèse que ces interactions

⁵⁴ Ce questionnaire est donné en annexe 2. Nous présentons dans ce qui suit les évolutions des différentes versions élaborées jusqu'à l'obtention du questionnaire final adopté.

favorisent un travail personnel réussi. Nous incluons alors des questions concernant le travail collaboratif et les discussions avec les autres étudiants, ainsi que l'aide à laquelle ont recours les étudiants provenant du professeur et de personnes externes. De plus, nous conjecturons que l'entraide entre les étudiants est valorisée, ce qui va à l'encontre des stéréotypes qui mettent en avant la compétition dans les CPGE, et nous cherchons à le vérifier à travers un item inspiré du questionnaire d'Adangnikou de la catégorie "stratégie de gestion des ressources humaines".

Ensuite, une partie du questionnaire concerne ce qui se joue pendant le cours en classe, afin de voir comment les étudiants gèrent les ressources mises à leur disposition par le professeur tout au long des interactions didactiques. En distinguant les composantes écrites et orales, nous nous intéressons à la prise de notes par les étudiants du cours du professeur qui conditionne la constitution du support du travail personnel des étudiants. Puis nous examinons l'activité exercée à partir de ce corpus écrit (commentaires personnels, mémoire des difficultés). Concernant les exercices, un item cherche à savoir si les élèves conservent des traces visibles de leurs erreurs. Nous considérons que ces différents éléments écrits constituent une partie cruciale du milieu de l'étude autonome réalisée par les étudiants en dehors de la classe. Ils peuvent notamment servir de base à l'élaboration de fiches, produit de et support pour le travail personnel auxquelles sont consacrés plusieurs items. Nous nous intéressons en particulier à l'intégration dans ces fiches d'éléments issus des exercices, intérêt qui résulte de l'importance que nous accordons aux savoirs pratiques dégagés de la résolution d'exercices. De plus, le milieu de l'étude constitué pendant la classe pouvant être affecté par les problèmes de suivi, de distraction et de compréhension auxquels font face les étudiants pendant le cours, nous cherchons à en tenir compte par plusieurs items.

Le reste du questionnaire est consacré à l'exploration de ce que font les étudiants en étude autonome entre deux séances de mathématiques puis dans la phase de révision d'un contrôle/DS. Nous considérons que le cours⁵⁵ et les exercices constituent les objets de base autour desquels s'organise le travail personnel des étudiants. Ainsi, pour le travail autonome entre deux séances de mathématiques, les questions portent sur les principaux gestes de reprise de ce qui a été fait en classe et de résolution des exercices donnés par le professeur. Pour les révisions d'un contrôle/DS, plusieurs questions visent d'abord à apporter des éléments d'information sur les ressources que les étudiants considèrent comme nécessaires d'étudier dans une perspective de réussite en mathématiques. Puis les items considèrent les modalités de cette étude en distinguant l'étude du texte du savoir théorique et le travail relatif aux exercices. Ainsi, il s'agit de déterminer l'importance accordée par les étudiants à l'étude des différents éléments (définitions, théorèmes, formules, démonstrations). Nous distinguons plusieurs modes de travail des

⁵⁵ Il s'agit ici du contenu du cours mathématique et non du dispositif de cours en classe.

démonstrations, refaire par écrit ou relire en cherchant à comprendre. Dans ce cadre, un item est spécifiquement consacré au repérage de savoirs pratiques (idées à retenir déclinées en exemples, méthodes, astuces).

Compte tenu de l'importance que nous accordons à la résolution de problèmes et exercices au sein de la formation mathématique, plusieurs items concernent spécifiquement le travail personnel autour des exercices. Le premier item cherche à situer les étudiants par rapport aux trois types de rapports aux exercices établis par Castela (2011) : *« les points de vue "Entraînement" et "Reproduction" sur les exercices ne favorisent pas la construction de connaissances orientées vers la pratique, le premier militant contre l'idée même que des connaissances non savantes pourraient être utiles pour résoudre des problèmes, le deuxième centrant l'apprentissage sur une mémorisation pointilliste peu propice à la prise de distance. Le point de vue "Transfert" est quant à lui, pratiquement par définition, orienté vers la construction de connaissances sur le fonctionnement mathématique »* (p.94). Les premiers et derniers types de rapports nécessitent ou expriment une prise d'autonomie de l'étudiant par rapport au professeur : on peut en effet postuler que le premier amène l'étudiant à prolonger le moment du travail de la technique en cherchant des exercices en plus de ceux que le professeur a donnés, le dernier se traduit par un développement du moment technologico-théorique avec l'explicitation de savoirs pratiques. Inversement, le rapport Reproduction peut conduire l'élève à se contenter de rejouer le travail de la technique réalisé pendant la situation didactique, sans chercher particulièrement à décontextualiser des idées génériques qui n'auraient pas été vues avec le professeur.

Puis nous cherchons à voir à quels genres d'exercices les étudiants travaillent en préparation d'un DS et comment ils investissent les exercices déjà cherchés et/ou corrigés. Nous conjecturons en effet, que le retour sur des solutions d'exercices est la principale opportunité pour les étudiants de construire des savoirs pratiques (sans toutefois négliger l'apport de l'étude des démonstrations de théorèmes présentées dans le cours par le professeur). À la suite du travail de Castela (2007a, 2007c, 2009) avec les élèves de Première Scientifique, nous distinguons plusieurs modes de retour sur les exercices déjà résolus : essentiellement, refaire l'exercice par écrit, le refaire mentalement en essayant de comprendre, ou simplement relire la solution. Dans tous les cas, l'élève utilise le texte de solution dont il dispose. Nous faisons l'hypothèse que refaire un exercice par soi-même amène l'étudiant à rencontrer à titre personnel les obstacles, les difficultés et les erreurs qu'il a pu commettre lors de sa première rencontre avec l'exercice mais dont il ne conserve peut-être pas la trace. Il peut aussi s'agir de difficultés et d'erreurs que l'étudiant n'a pas eu l'occasion de rencontrer faute d'avoir véritablement cherché lui-même l'exercice par manque de temps ou du fait que le professeur a rapidement donné des indications. Pour ce dernier cas, nous postulons, qu'en

CPGE comme au lycée, le temps de recherche en classe étant généralement très court, les professeurs donnent très vite des indications qui changent le niveau des exercices par rapport à l'énoncé d'origine. Ce phénomène est très documenté au lycée par les travaux présentés dans Vandebrouck (2008). En refaisant l'exercice, l'étudiant s'affronte plus ou moins au niveau d'origine. Nous postulons qu'une telle pratique est favorable à la construction de savoirs pratiques en fournissant un milieu écrit, enrichi par la pratique effective, propice à une étude réflexive : suite à la résolution écrite, la lecture de la correction permet de voir quelles astuces et méthodes ont permis de surmonter les obstacles, la comparaison avec la production personnelle permet de réfléchir à ses erreurs. Nous distinguons cette modalité de travail d'une résolution mentale que nous considérons a priori comme moins propice à l'exercice du contrôle pendant la résolution et à l'enrichissement du milieu de l'étude. Néanmoins elle peut permettre à certains élèves d'identifier et pallier les ignorances et de réaliser un travail que d'autres font après une résolution écrite. Nous considérons enfin la lecture seule comme moins favorable à la perception des points difficiles et apports génériques de la solution.

Enfin, nous cherchons à savoir si les étudiants recherchent des ressources complémentaires, au niveau du texte du savoir théorique comme des énoncés d'exercices, c'est-à-dire prennent l'initiative de prolonger de manière autonome le moment technologico-théorique ou le moment du travail de la technique. Ils le font en s'assujettissant à un système didactique auxiliaire (Félix, 2002a, 2004), ce qui n'est pas ou moins le cas quand ils construisent des connaissances pratiques à partir de l'étude des solutions d'exercices.

3.2 Versions

Plusieurs versions "brouillons" de ce questionnaire ont été développées pendant l'été 2011 avant d'aboutir à la première version adoptée. Dans cette phase exploratoire de la recherche, une version "pilote" a été distribuée en Septembre 2011 à des étudiants d'une école de commerce⁵⁶ afin de noter leurs commentaires notamment concernant la lisibilité des questions et les tournures linguistiques. Nous avons alors procédé à la reformulation de quelques items qui leur paraissaient ambigus. Ainsi, le premier questionnaire de début d'année (noté DEB11-12 dans la suite) a été finalisé fin Septembre 2011.

Suite à la passation du questionnaire DEB11-12 en Octobre 2011⁵⁷, nous avons procédé à un dépouillement préliminaire des données. Nous nous sommes alors rendu

⁵⁶ Il s'agit de nos propres étudiants d'un cours de mathématiques dans l'école de commerce où nous enseignons, issus eux-mêmes de CPGE filière EC.

⁵⁷ Nous avions initialement prévu de faire compléter le questionnaire DEB11-12 juste à la rentrée en Septembre 2011, mais la mise au point du questionnaire a été retardée en raison de contraintes personnelles. Il faut alors noter que cette passation un peu tardive du premier questionnaire a pu influencer

compte de la présence d'ambiguïtés et redondances au niveau de certains items que nous n'avions pas repérées auparavant malgré le premier travail effectué avant d'obtenir le questionnaire DEB11-12. De même, certains étudiants nous ont posé des questions pendant qu'ils complétaient le questionnaire en classe (précision concernant une consigne par exemple), ce qui a attiré notre attention sur le manque de clarté de certaines tournures. Par conséquent, nous avons effectué quelques modifications notamment par la reformulation de certains items et consignes et l'élimination d'items redondants. Nous donnons des exemples ci-dessous.

Reformulations

Nous avons senti qu'il n'y avait pas assez d'insistance sur le fait qu'il s'agissait uniquement du cours de mathématiques, malgré les consignes orales données aux étudiants avant de lancer le questionnaire. Nous avons alors introduit dans les consignes rédigées tout au long du questionnaire des rappels explicites comme *"N'oublie pas que tu réponds par rapport à ta façon de travailler actuellement et pense uniquement au cours de mathématiques !"*. De plus, nous avons mis en gras, en lettres majuscules ou souligné certains mots-clefs sur lesquels nous souhaitions attirer l'attention des étudiants (par exemple *"en FIN de cette première année"*).

Nous avons aussi reformulé certains items de façon à avoir des modalités de réponse plus adaptées aux items, sans que cela n'influence l'interprétation des réponses des étudiants dans les deux versions. Par exemple, l'item *"L'entraide avec mes camarades de classe est aussi déterminante pour ma réussite que mon travail personnel - toujours, souvent, parfois, jamais"* est remplacé par *"Par rapport à l'affirmation suivante : l'entraide avec mes camarades de classe est aussi déterminante pour ma réussite que mon travail personnel, je suis - totalement d'accord, plutôt d'accord, plutôt pas d'accord, pas du tout d'accord"*. Cette reformulation nous a paru plus adaptée étant donné qu'il s'agit d'une question d'opinion plutôt que d'une fréquence d'action à évaluer contrairement à la majorité des autres items.

Réorganisation

Nous avons aussi réorganisé la séquence globale des items du questionnaire selon une chronologie des étapes du travail étudiant. Cet ordre nous a paru plus logique que le regroupement des items par thèmes (pour DEB11-12), les étudiants pouvant ainsi facilement reconstituer l'évolution temporelle de leur travail pendant qu'ils complètent le questionnaire.

les réponses des étudiants qui avaient déjà passé environ un mois en classe prépa, s'éloignant ainsi dans le temps de la fin de la Terminale. Toutefois, nous ne tiendrons pas compte de cet élément dans nos analyses.

Par ailleurs, nous avons choisi de séparer le questionnaire DEB11-12 en deux parties qui ont été administrées en deux fois afin de réduire la longueur de chaque partie et d'éviter la lassitude des étudiants. Toutefois, cette séparation en deux a fait que certains étudiants n'ont complété qu'une partie, étant absents lors de l'un de nos deux passages au lycée (voir 3.4 Passation ci-dessous). Ainsi, nous avons décidé de ré-agréger les deux parties du questionnaire afin d'éviter les problèmes d'ordre pratique rencontrés lors de la passation de DEB11-12.

Suppressions

En ré-agrégeant le questionnaire s'est posée la question de sa longueur et du nombre d'items à conserver afin d'éviter d'avoir un questionnaire trop long, voire lassant. Par conséquent, nous avons regroupé des items redondants et supprimé des items qui nous paraissaient non-indispensables afin de simplifier et surtout de raccourcir le questionnaire.

Par exemple, les items *"J'ai recours à d'autres sources d'informations (manuels, ouvrages, livres, photocopiés, ressources internet...) que le cours du professeur"* et *"De ma propre initiative et en dehors des travaux et révisions imposés, j'effectue des travaux facultatifs (lectures, exercices)"* nous semblaient faire double emploi pour les mathématiques de ce niveau, ainsi il suffisait d'en garder un seul. De même, les résultats ont révélé que les items *"En classe : Il m'arrive d'être distrait : je pense à autre chose ou je parle avec mes voisins"*, *"Je suis attentif à ce que dit le professeur"* et *"Je suis concentré pour comprendre au fur et à mesure que le cours avance"* sont redondants, une réponse positive au premier impliquant toujours une réponse négative aux deux autres, nous avons décidé de ne garder que le premier.

En outre, étant donné que tous les étudiants, sans exception, ont répondu *"jamais"* à l'item *"Il m'arrive d'apprendre par cœur sans comprendre"* lors du questionnaire DEB11-12, nous avons éliminé cet item dans une optique d'allègement et pour éviter une éventuelle ambiguïté au niveau de l'interprétation. En effet, il est possible d'interpréter ce *"jamais"* en termes de rapport au savoir mathématique chez certains étudiants ancré dans la compréhension. Mais il est aussi possible que ce *"jamais"* reflète une conformité de la part d'une grande partie des étudiants aux attentes de l'institution, ce que nous postulons. Dans les deux cas, l'unanimité de réponses ne nous apportait aucune information certaine et interprétable.

Par ailleurs, nous avons supprimé l'item *"J'utilise le cours du livre"* ayant appris qu'il n'y a pas de manuel de cours officiel pour les mathématiques en prépas ECT et ECS. En effet, dans les classes concernées par notre étude, les professeurs n'imposent pas de

manuel aux étudiants et n'en utilisent pas en cours, sachant que des références sont éventuellement proposées aux étudiants qui en demandent.

Toutefois, pour certains items, la décision de les supprimer n'était pas si évidente puisqu'ils apportaient une information relativement importante. Nous citons pour exemple le bloc d'items suivant :

Quand je rencontre une difficulté lors de la résolution d'un exercice				
Je compte sur mon imagination pour inventer une façon de traiter l'exercice	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Je cherche un exercice analogue dans un livre d'exercices corrigés	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Je cherche une aide sur internet (forums, chat...)	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Je demande de l'aide à quelqu'un (un camarade de classe, le professeur, un professeur particulier...)	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Je le laisse de côté pour le reprendre plus tard à tête reposée	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais

Ces items fournissent des informations sur le rapport des étudiants aux exercices. Ils permettent d'identifier les différentes postures qu'adoptent les étudiants à l'égard des difficultés qu'ils rencontrent lors de la résolution d'exercices. Toutefois, étant donné que nous nous centrons sur le travail personnel post-résolution, et toujours dans une optique d'allègement, nous avons décidé de supprimer ce bloc du questionnaire. Nous l'avons néanmoins gardé exploité ultérieurement à travers des mails et des entretiens avec les étudiants.

Nous obtenons alors le questionnaire qui est proposé aux étudiants lors des trois autres passations (Juin 2012, Septembre 2012, et Juin 2013). Dans la suite, nous les désignons respectivement par FIN11-12, DEB12-13 et FIN12-13⁵⁸.

Évaluation a posteriori

Suite à la suppression de certains items du questionnaire DEB11-12, nous avons réarrangé les items de ce questionnaire que nous retenons pour l'analyse dans le même ordre que ceux du questionnaire DEB12-13 de façon à obtenir la même séquence d'items pour le dépouillement. De plus, comme le montrent les exemples ci-dessus, les modifications apportées au contenu des items retenus du questionnaire DEB11-12 sont

⁵⁸ Ce questionnaire se trouve en annexe 2 en deux exemplaires : celui de début d'année (DEB 12-13) et celui de fin d'année (FIN 11-12 et FIN12-13). Nous ne présentons pas le questionnaire DEB11-12 pour les raisons évoquées ci-avant.

mineures, il s'agit majoritairement de reformulations linguistiques qui n'influencent pas les résultats. Ainsi, les analyses menées dans la suite portent sur un contenu supposé identique⁵⁹ pour DEB11-12 et DEB12-13.

Cependant, nous sommes conscients que, du point de vue méthodologique, certaines modifications ont possiblement pu avoir un effet sur nos résultats sans que nous puissions le détecter. Par exemple, nous pouvons imaginer que pour un même item qui était placé en début du questionnaire DEB11-12 puis à la fin du questionnaire DEB12-13, une différence au niveau des réponses pourrait être simplement attribuée à une lassitude de la part des étudiants vers la fin du questionnaire DEB12-13 plutôt qu'à une réelle différence de comportement entre les deux promotions. Nous ne pouvons hélas pas le vérifier.

Nous nous rendons compte alors qu'il aurait éventuellement fallu supprimer les données collectées pour la promotion 2011-2012 de notre étude et reconduire l'enquête pendant une année supplémentaire en utilisant le même questionnaire tout au long, pour plus de cohérence. Cela n'était néanmoins pas possible étant données les contraintes temporelles et pratiques d'un travail de thèse. Nous sommes donc obligés de négliger l'influence possible de ces modifications lors de l'analyse et l'interprétation des résultats.

3.3 Contenu

Les items du questionnaire

Le questionnaire final retenu comporte des items qui s'organisent en cinq catégories :

1. *Habitudes de travail en général* : 16 items - y compris les problèmes que rencontrent les élèves en travaillant ;
2. *En classe et prise de notes* : 11 items - les difficultés de suivi et de compréhension, le cours du professeur, la correction des exercices en classe et les fiches ;
3. *Entre deux cours* : 7 items - le cours et les exercices ;
4. *Quand je révise avant un Contrôle* (ou respectivement Devoir Surveillé – voir précision ci-dessous concernant les différences entre DEB et FIN) : 19 items - les ressources, la façon de travailler, les exercices travaillés et les exercices non basiques ;
5. *L'évaluation du travail et des résultats* : 2 items.

Une sixième catégorie s'ajoute uniquement dans le questionnaire de fin d'année (FIN11-12 et FIN12-13) : *les colles* (5 items). Enfin, un item isolé en début du

⁵⁹ Certaines précisions supplémentaires concernant des items spécifiques reformulés sont apportées à travers les chapitres de la deuxième partie consacrée à la présentation des résultats.

questionnaire interroge les étudiants sur ce qu'ils trouvent le plus important pour la réussite en mathématiques en travaillant les exercices.

La majorité des items sont à échelle ordinale avec quatre modalités (*jamais, parfois, souvent, toujours*) ou des propositions équivalentes spécifiques à quelques items, par exemple : *jamais, rarement (au moins une fois par trimestre), assez régulièrement (au moins une fois par mois), régulièrement (au moins une fois par semaine)*. Nous avons choisi de ne prendre que quatre modalités afin de forcer les étudiants à faire un choix sans se réfugier dans une position centrale (de neutralité ou modération). De plus, sans vouloir trop varier le format des items afin de simplifier la tâche des étudiants et d'éviter de les perturber, nous avons eu recours à quelques items de formats variés. Ainsi, il y a cinq items à réponse dichotomique (*oui/non*) concernant les problèmes que rencontrent les étudiants dans leur travail. Le choix de deux modalités plutôt que quatre pour ces items visait à forcer les étudiants à prendre position par rapport à l'existence d'un problème et non par rapport à sa fréquence.

Il y a aussi trois items à choix unique parmi une liste : plusieurs propositions concernant le mode de constitution des fiches, le plus important pour la réussite en mathématiques et le travail relatif aux exercices non-basiques.

Mes fiches sont plutôt	une sélection d'éléments importants copiés à partir du cours et/ou des exercices	une réorganisation des éléments du cours et/ou des exercices à l'aide de regroupements, de tableaux ou de schémas de synthèse	une réécriture personnelle de ce qui me semble important à retenir
------------------------	---	--	---

Le plus important pour réussir en mathématiques lorsque je travaille les exercices est de	
a. savoir refaire les exercices donnés par le professeur	
b. s'entraîner à résoudre des exercices en plus de ceux donnés par le professeur	
c. repérer des exercices types et connaître des méthodes et astuces pour les résoudre	
d. autre (à préciser)	

En ce qui concerne les exercices <u>non basiques</u> déjà corrigés en classe	
Je ne retravaille pas du tout les exercices faits en classe	
Je lis l'énoncé et la correction en essayant de la comprendre, particulièrement les points que je n'ai pas su résoudre puis je passe à un autre exercice	
Je lis l'énoncé ; pour chaque question, dans ma tête je réfléchis à la solution	

puis je contrôle avec la correction en essayant de la comprendre, particulièrement les points que je n'ai pas su résoudre puis je passe à un autre exercice	
Je lis l'énoncé ; cahier fermé, je refais par écrit l'exercice, puis je contrôle avec la correction en essayant de la comprendre, particulièrement les points que je n'ai pas su résoudre puis je passe à un autre exercice	
Je lis l'énoncé ; cahier fermé, je refais par écrit l'exercice, puis je contrôle avec la correction en essayant de la comprendre, particulièrement les points que je n'ai pas su résoudre ; je refais par écrit jusqu'à ce que j'y arrive.	
Aucune de ces propositions ne me correspond, je procède de la façon suivante :	

Étant donné qu'il est difficile de lister toutes les réponses imaginables pour les deux derniers items, nous avons décidé d'inclure une modalité de réponse ouverte à compléter par l'étudiant.

Enfin, nous avons inclus quatre items de type questions ouvertes concernant le nombre d'heures de travail hebdomadaire pour les mathématiques, le lieu de travail, les avantages et les inconvénients des colles :

Nombre d'heures de travail pour les mathématiques par semaine:
--

J'ai l'habitude de travailler				
a. Chez moi	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
b. Dans mon établissement (bibliothèque, salles de travail, info...)	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
c. Chez des amis	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
d. Autre (à préciser)				

Ce que je trouve positif dans le dispositif des colles :
Ce que je trouve négatif dans le dispositif des colles :

Nous avons ainsi pris un risque pour les questions ouvertes, étant conscients des problèmes qu'elles pourraient engendrer (par exemple, réponses ambiguës ou inutilisables pour les préoccupations de notre recherche). Néanmoins, il s'agissait d'une part de « *donner un peu de souffle au questionnaire* » comme le dit Groux (2013, p.96) et d'autre part de laisser la chance aux étudiants de s'exprimer librement et avec leur propre vocabulaire. De plus, ceci nous permettrait éventuellement de mettre en évidence des éléments signalés par les étudiants que nous n'avons pas pris en considération dans les autres items.

Par ailleurs, en plus des consignes orales données aux étudiants avant de lancer le questionnaire, l'objectif du questionnaire est clairement présenté sur la première page, ainsi que l'instruction globale situant les élèves dans le contexte (fin de terminale ou de première année de prépa, cours de mathématiques). Ensuite, une consigne générale indique aux étudiants ce qu'ils doivent faire pour l'ensemble des questions (*encercle LA réponse qui correspond LE MIEUX à ton choix*), elle est nuancée par des consignes spécifiques qui précèdent les items à choix unique et les questions ouvertes. Les différentes parties du questionnaire (les étapes chronologiques du travail) sont signalées par des titres et sous-titres. De plus, comme nous l'avons précisé précédemment, des phrases de rappel du contexte sont introduites à plusieurs endroits, elles servent aussi de liaison entre les différentes parties du questionnaire relativement long. Nous avons choisi d'utiliser la deuxième personne du singulier pour ne pas donner l'impression d'un ton formel qui risquerait de créer une distance avec les étudiants. En outre, nous avons cherché, dans la mesure du possible, à choisir des termes simples, clairs, adaptés aux niveaux des étudiants et neutres.

Les différences entre DEB et FIN

Les questionnaires complétés aux deux moments de l'année⁶⁰, début (DEB) et fin (FIN), sont quasi-identiques à deux détails près. D'abord, le terme *Contrôle* relevant du champ lexical du lycée dans le questionnaire de début d'année a été remplacé par son équivalent du vocabulaire de prépa (*Devoir Surveillé*) dans le questionnaire de fin d'année. Ensuite, le questionnaire de fin d'année comporte une partie supplémentaire sur les colles (5 items), un dispositif d'évaluation qui n'existe pas au lycée.

Par ailleurs, nous avons ajouté une consigne à la fin des questionnaires FIN11-12 et DEB12-13 demandant aux étudiants qui souhaiteraient contribuer à l'étude de manière plus approfondie de noter leur adresse mail pour être contactés ultérieurement. En effet, l'idée de rencontrer les étudiants n'était pas encore clairement définie au moment de la passation du premier questionnaire DEB11-12. Ainsi, nous avons voulu garder contact avec les étudiants en cas de besoin dans la suite. Ceci implique nécessairement la levée de l'anonymat pour les étudiants volontaires.

Évaluation a posteriori

Suite à une analyse "informelle" a posteriori du questionnaire final (FIN11-12, DEB12-13, FIN12-13) pendant les phases d'analyse des résultats et de rédaction, nous avons encore repéré quelques "défauts" qu'il n'était malheureusement plus temps de changer. Nous tenons à préciser que cela ne signifie pas que le questionnaire n'a pas été

⁶⁰ À l'exception du questionnaire DEB11-12 sur lequel nous ne nous attardons pas pour les raisons évoquées ci-avant.

suffisamment travaillé. Au contraire, cette réflexion critique a posteriori souligne notre évolution pendant notre parcours de thèse. En effet, grâce aux travaux que nous avons découverts et aux formations que nous avons effectuées, nous avons enrichi notre expérience et nos connaissances des outils méthodologiques et par conséquent développé notre sens critique. Ainsi, nous présentons les principaux reproches que nous pouvons faire et les améliorations possibles, sachant que nous n'en tenons pas compte lors de nos analyses et ignorons leur éventuelle influence sur nos résultats.

Ordre d'énumération des modalités

Nous nous rendons compte que pour les items à échelle ordinale, nous n'avons pas présenté les quatre modalités dans l'ordre naturel d'énumération, soit de la moins fréquente à la plus fréquente par exemple (jamais-parfois-souvent-toujours). Les recherches autour de la construction de questionnaires suggèrent que les enquêtés (étudiants) ont tendance à choisir la première modalité proposée dans une liste ou la modalité qui correspondrait à l'image valorisante (soit l'image du "bon" étudiant dans notre cas) afin de se conformer aux exigences de l'institution (« *effet de la réaction de prestance* » et « *effet de la tendance au conformisme* », Groux, 2013, p.100). Dans notre cas, cela n'était pas intentionnel, il n'y avait aucune direction souhaitée. En effet, nous n'avons pas cherché à orienter les étudiants à choisir une modalité plutôt que l'autre. Ainsi, il aurait sans doute été préférable de brouiller les pistes en mélangeant les modalités tout au long du questionnaire afin de permettre aux étudiants de s'autoriser à « *se définir à l'aide de caractéristiques peu conformes à ce qui est attendu d'eux* » (ibidem, p.101). Nous avons fait cela, involontairement, pour les items portant sur les problèmes que rencontrent les élèves en travaillant, commençant par la modalité "oui".

Échelle des modalités

Pour les quelques items à échelle ordinale ayant des modalités spécifiques, nous avons cherché à définir une échelle de fréquence ou d'opinion, même si cela est à repenser dans certains cas (voir paragraphe suivant sur l'exclusion des modalités). Il aurait été judicieux de faire la même chose pour les quatre modalités *jamais, parfois, souvent, toujours* de tous les autres items à échelle ordinale. En effet, ces termes de fréquence relativement vagues pouvant avoir des significations différentes selon les personnes, il aurait fallu préciser une échelle de fréquence.

Exclusion mutuelle des modalités

Nous notons que pour trois items de la catégorie "Habitudes de travail générales", les quatre modalités ne se complètent pas.

- Pour l'item "*Je me fais aider*", le problème se pose au niveau de l'échelle de fréquence associée aux quatre modalités. En effet, les modalités "*sur de nombreux*"

aspects du cours", *"sur quelques points du cours"* et *"quand j'ai vraiment une difficulté de compréhension"* ne se complètent pas au mot près.

- Pour l'item *"Je révise mon cours et je travaille"*, la distinction entre les deux modalités centrales *"par période"* et *"à l'approche des contrôles"* n'est pas claire, contrairement aux deux modalités extrêmes *"régulièrement d'une séance à l'autre"* et *"seulement quand l'envie m'en prend"*.
- Pour l'item *"Pour les révisions d'un contrôle/DS, je m'y mets"* les modalités sont : *au moins une semaine avant, deux jours avant (...), la veille, au dernier moment le jour du contrôle/DS (...)*. Il est vrai que la reformulation de la première modalité en *plus de deux jours avant* serait complémentaire avec la modalité suivante *deux jours avant (...)*. Toutefois, pour cet item, nous cherchions vraiment à repérer les étudiants qui s'y mettent nettement plus en avance que les autres, d'où le choix de mettre *au moins une semaine avant*.

Reformulations de termes et d'items

Pour améliorer notre questionnaire, nous pouvons remplacer quelques termes par d'autres plus "appropriés" sans avoir aucune incidence sur les réponses des étudiants. Par exemple, remplacer *sexe* par *genre*, *note de mathématiques* par *moyenne en mathématiques* et *collègues* par *camarades*. Par ailleurs, nous pouvons envisager d'apporter plus de précision pour certains items ambigus (concernant le plan de travail, les fiches comme sélection...), de séparer les items à deux volets en deux items et de formuler les items concernant les problèmes en affirmations positives moins décourageantes pour les étudiants que les tournures négatives.

Nous considérons l'item concernant la correction des exercices en classe de la catégorie "En classe et prise de notes" : *"Lors de la correction des exercices en classe, si je m'aperçois que j'ai fait des erreurs dans ma réponse, je les efface ou je les rature"*. Nous avons repris cet item formulé par Castela pour son questionnaire destiné aux lycéens de Première Scientifique (non publié). Le questionnement concernant la correction des erreurs provient du fait que nous cherchons à voir si les étudiants gardent une trace visible de leurs erreurs en les raturant légèrement afin de les consulter lors de leurs révisions a posteriori ou s'ils les raturent en les rendant illisibles ou les effacent complètement. Toutefois, nous nous rendons compte que la formulation de cet item est ambiguë. En effet, nous n'avons pas précisé s'il s'agit d'une action sur les erreurs (raturer ou effacer) qui a lieu pendant la résolution ou de ce que les étudiants font pendant la correction. Ainsi, cet item n'est pas vraiment pertinent, il ne nous apporte pas d'information précise utilisable pour nos analyses. Nous n'en tenons donc pas compte dans la suite. Nous proposons toutefois une analyse des réponses des étudiants à cet item en annexe au chapitre VIII.

Information participants

Certaines recherches autour de la construction de questionnaires suggèrent de garder la partie concernant les renseignements personnels des enquêtés (dans notre cas : nom, genre, établissement, moyenne générale, note de mathématiques) pour la fin du questionnaire, même si l'anonymat (ou pseudonyme) est possible.

3.4 Passation

Pour chaque promotion (respectivement promotion 2011-2012 et promotion 2012-2013) et pour les trois lycées concernés par notre étude, les étudiants ont systématiquement complété un questionnaire en début d'année (respectivement en Octobre 2011 et Septembre 2012) et un questionnaire en fin d'année (respectivement en Juin 2012 et Juin 2013), le premier portant sur leur travail à la fin de la Terminale et le second sur leur travail à la fin de la première année préparatoire.

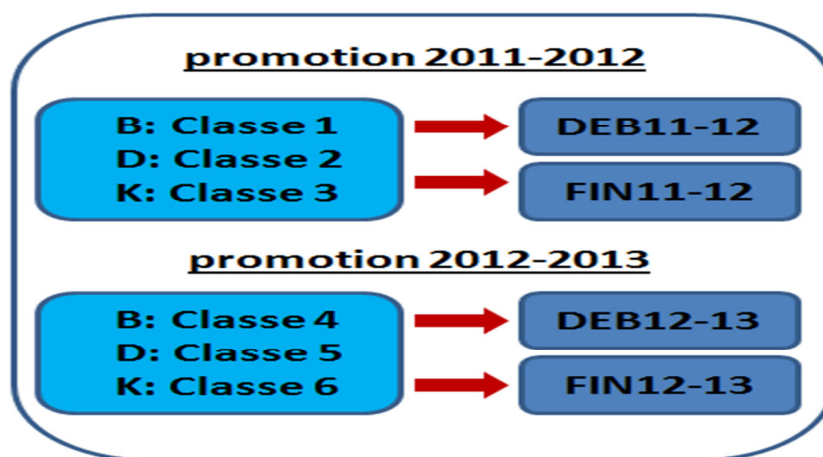


Figure 4 : Schéma récapitulatif – la passation du questionnaire

Parmi les différents modes d'administration d'un questionnaire, l'auto-administration par les enquêtés (questionnaire à compléter en ligne ou chez soi par exemple) garantit en général une meilleure qualité des réponses (Van Der Maren, pp.329-330). En effet, les enquêtés (les étudiants dans notre cas) peuvent contrôler les conditions de complétion du questionnaire et disposent de plus de temps de réflexion en amont et durant. Toutefois, nous avons préféré le mode de passation du questionnaire en présentiel (face-à-face) à l'auto-administration par les étudiants afin de réduire le risque de non-réponses (partielles ou totales) et de pouvoir intervenir en cas de besoin, sachant que cette technique est plus coûteuse en termes de temps et de déplacement. Ainsi, pour chaque classe, la passation du questionnaire s'est déroulée pendant une vingtaine de minutes⁶¹, au début ou à la fin du cours de mathématiques, en présence du professeur qui est uniquement intervenu pour

⁶¹ Pour FIN11-12, DEB12-13 et FIN12-13 mais pas pour DEB11-12 qui a été complété sur deux fois (dix minutes pour chaque passage).

nous présenter au début. Nous avons nous-mêmes distribué et ramassé les feuilles des étudiants présents lors de notre passage et avons circulé dans la classe pendant que les étudiants complétaient le questionnaire afin de répondre aux éventuelles questions (par exemple, précision concernant un item ou hésitation entre deux choix de réponses).

Lors de notre premier passage dans les classes à chaque rentrée scolaire (respectivement Octobre 2011 et Septembre 2012), nous avons présenté aux étudiants notre projet de thèse ainsi que les objectifs du questionnaire. Nous avons insisté sur le fait que notre recherche n'avait pas du tout l'objectif de les juger, ni de juger leur professeur, mais de voir comment ils travaillaient les mathématiques en fin de la Terminale. Nous leur avons alors demandé de revenir dans le temps à un moment en fin de Terminale et de réfléchir au cours de mathématiques et au contexte de la classe afin de répondre aux questions. Nous avons également précisé qu'ils pouvaient utiliser des pseudonymes s'ils le souhaitaient et que leurs réponses ne seraient de toute façon pas dévoilées à quiconque (ni professeur, ni direction...), mais qu'elles serviraient strictement pour la thèse, en insistant sur la nécessité de répondre honnêtement à toutes les questions. L'auto-déclaration étant le point faible d'un questionnaire, le but de ces explications était d'atténuer l'éventuelle tendance de la part des étudiants à donner des réponses ne correspondant pas à leurs véritables avis afin de se conformer à l'image qu'ils ont du "bon" étudiant de CPGE. Nous sommes toutefois conscients que l'efficacité de telles interventions ne peut être que relative. Toutes les consignes données oralement sont aussi écrites en début du questionnaire, avec des phrases rappelant tout au long du questionnaire qu'il s'agit particulièrement des mathématiques et de la fin de la Terminale. Lors de notre second passage dans chaque classe en fin de chaque année scolaire (respectivement Juin 2012 et Juin 2013), nous avons rappelé les consignes du premier questionnaire, en précisant aux étudiants qu'il s'agissait alors de leur travail en mathématiques en fin de la première année de prépa et en annonçant que le but était de comparer leurs habitudes de travail entre la Terminale et la prépa.

Suite aux quatre passations, nous avons éliminé de notre échantillon les étudiants ayant rendu des questionnaires avec des réponses incomplètes, ou ayant uniquement complété un des deux questionnaires sur l'année étant absents lors de l'un de nos deux passages annuels. Ainsi, nous retenons pour notre étude 82 étudiants pour la promotion 2011-2012 et 97 étudiants pour la promotion 2012-2013, répartis sur les trois lycées comme suit :

	B	D	K	Total
2011-2012	26	30	26	82
2012-2013	40	36	21	97

Tableau 7 : Répartition des étudiants retenus pour l'étude par classe et par promotion

4. Échanges par mail avec les étudiants

Comme nous l'avons déjà précisé, dans les questionnaires de Juin 2012 et Septembre 2012, nous avons ajouté une phrase à la fin demandant aux élèves qui le souhaiteraient de nous laisser leur adresse mail afin d'être contactés ultérieurement pour discuter de manière plus approfondie de l'évolution de leur façon de travailler au cours de la première année de prépa. De ce fait, suite à la passation de ces deux questionnaires, plusieurs étudiants (une quinzaine par lycée, 45 en tout) nous ont laissé leurs adresses mail, exprimant ainsi un intérêt pour nous aider à approfondir notre étude. Nous avons alors adressé un mail⁶² en Novembre 2012 à tous ces étudiants afin de savoir s'ils seraient disponibles pour un court entretien pendant lequel nous discuterions de l'évolution de leur travail en mathématiques. Étant conscients du fait que le rythme de cours intense et la quantité de travail demandée en prépa laissent très peu de temps libre sur une journée pour rencontrer les étudiants, nous leur avons aussi demandé s'ils seraient éventuellement prêts à échanger occasionnellement avec nous par mail sur le même sujet. Nous avons encore une fois insisté sur le fait que notre recherche n'avait pas du tout l'objectif de les juger, ni de juger leur professeur, mais de voir comment se déroulait leur année et quels étaient les problèmes qu'ils rencontraient dans leur travail mathématique. Nous avons également souligné le fait que différents acteurs concernés par une recherche conservaient toujours leur anonymat et que les informations communiquées ne seraient en aucun cas transmises à leurs professeurs. Moins du tiers des 45 étudiants ont répondu à ce premier mail, treize étudiants en tout pour les trois lycées et sur les deux promotions. Ils étaient tous d'accord pour échanger par mail avec nous et sept d'entre eux étaient aussi d'accord pour un entretien.

Dans un second temps, en nous basant sur le dépouillement préliminaire des données des questionnaires, nous avons identifié plusieurs points intéressants à développer que nous avons formulés sous forme de cinq questions⁶³. Les thèmes de ces questions sont les suivants : le travail de groupe et la solidarité, les colles comme cours particulier, la façon de gérer les difficultés rencontrées lors de la résolution d'un exercice, les conseils à leurs "successeurs" et le déroulement des colles. Nous avons ensuite adressé ces questions par mail aux treize étudiants qui avaient réagi au premier mail, à raison d'une question par mois sur la période entre Janvier 2013 et Mai 2013. Ce rythme assez espacé visait à ne pas trop les déranger sachant qu'ils avaient déjà beaucoup de travail. Uniquement un étudiant par lycée a répondu aux cinq questions tandis que les autres répondaient plutôt occasionnellement, donc à trois questions chacun en moyenne.

⁶² Le texte du mail se trouve en annexe 3 et les réponses des étudiants en annexe 12.

⁶³ Les questions se trouvent en annexe 3 et les réponses des étudiants en annexe 12.

Ainsi, nous sommes passés de 45 étudiants volontaires pour une étude approfondie à treize étudiants volontaires pour des échanges par mail et/ou des entretiens (réponse au premier mail) et ensuite à quelques étudiants uniquement qui répondaient de temps en temps aux questions envoyées par mail. Ces irrégularités ne sont pas surprenantes étant donné que les enquêtes par mail ont toujours un fort taux de non-réponses, une limite connue de ce type de méthodologie. De plus, la fréquence des réponses dans notre cas dépendait sans doute de la charge de travail qu'avaient les étudiants aux moments de l'envoi des questions.

5. Entretiens avec les étudiants

Pour apporter des précisions sur le questionnaire et faire parler les étudiants sur leur travail mathématique, ainsi que pour compenser le manque d'observations en situation, nous avons eu recours à l'entretien. Cependant, parmi les sept étudiants qui se sont manifestés suite à notre premier mail, nous n'avons pu en interviewer que quatre : Alexis et Sophie étudiants à K, Mélanie étudiante à D, et Manon étudiante à B. Parmi les autres, un a essayé de trouver du temps pour un rendez-vous mais a fini par s'excuser faute de trouver un moment pour nous rencontrer, tandis que les deux autres n'ont jamais répondu à notre demande de rendez-vous. Comme pour les échanges par mail, cela s'explique au moins en partie par la quantité de travail que doivent gérer ces étudiants. De plus, nous pouvons penser que certains ont changé d'avis en cours d'année ou n'étaient plus intéressés par notre recherche. Les quatre étudiants que nous avons finalement rencontrés sont des étudiants sérieux et travailleurs de la promotion 2012-2013 qui ont réussi à maintenir un niveau au moins moyen en cours de première année de prépa.

Nous avons mené les entretiens dans les lycées en Février 2013, individuellement pour Mélanie et Manon et en binôme pour Sophie et Alexis suite à leur demande. Les entretiens ont eu lieu en dehors de la présence du professeur, celui-ci étant seulement prévenu du rendez-vous, afin de permettre aux étudiants de parler librement de leur travail personnel même s'ils sentent qu'il ne correspond pas aux canons institutionnels. Il s'agit d'entretiens semi-structurés d'environ 30 minutes chacun, qui portent sur les différents aspects du travail personnel en mathématiques et sur son évolution au cours de l'année. Les thèmes de ces entretiens ayant déjà été abordés dans les questionnaires ainsi que les mails échangés, nous avons cherché à approcher de plus près certains aspects de l'activité mathématique que les étudiants réalisent à des moments d'étude plus spécifiques, notamment avant les DS et les colles. Une liste de questions clefs « *demandant des réponses ouvertes à développement* » (Van Der Maren, 2004, p.313) a été préparée en amont, s'inspirant des données déjà collectées. La même liste a servi de

base pour les trois entretiens sachant que la discussion a été adaptée dans chaque cas en fonction des apports de l'étudiant. Ces entretiens ont été enregistrés et transcrits⁶⁴.

6. Documents recueillis

En Mai 2013, avec l'approche de la fin de la phase de collecte de données initialement prévue, nous avons décidé de recueillir des documents d'étudiants. Il s'agit de leurs productions écrites (cahiers ou classeurs de notes de cours et d'exercices, copies de DS et fiches) ainsi que des polycopiés de cours et fiches de travail distribués aux étudiants et des sujets de DS, tous portant sur le même chapitre (les matrices). Pour recueillir ces documents, nous avons eu recours aux professeurs qui les ont demandés aux étudiants puis ramassés. Il faut préciser que nous avons demandé aux professeurs de choisir des étudiants volontaires mais aussi "preneurs de notes". Pour les S, nous avons réussi à obtenir pour chaque lycée les documents de 14 étudiants de la promotion 2012-2013 (9 de D et 5 de K). Nous ne tenons pas compte des documents recueillis pour la voie T étant donné que nous avons uniquement pu obtenir des copies de DS, un malentendu ayant sans doute eu lieu lors de la consigne communiquée aux étudiants par le professeur.

Initialement, nous avions prévu de les utiliser afin de vérifier ce que disaient les étudiants sur leur prise de notes à travers leurs réponses aux questionnaires. Cependant, nous verrons par la suite (cf. chapitre IV sections 3 et 4) que l'exploitation qui en a été faite a évolué suite à la nécessité d'adapter notre problématique.

SECTION 2 : REFORMULATION DE LA PROBLÉMATIQUE ET ADAPTATION DE LA MÉTHODOLOGIE

1. Obstacles méthodologiques

Le dépouillement préliminaire des données collectées se faisait au fur et à mesure (cf. chapitre IV section 4). Nous étions conscientes que toutes les données recueillies qui provenaient des étudiants reposaient sur des déclarations : questionnaires, échanges par mail et entretiens. Si le questionnaire nous permettait d'avoir des résultats significatifs étant donné la taille de l'échantillon, ce n'était pas le cas de l'étude approfondie à travers les échanges par mail et les entretiens avec les étudiants. En effet, le nombre limité d'étudiants impliqués dans cette étude approfondie et le facteur d'aléa intervenu dans leur sélection ne nous permettaient pas de généraliser les informations obtenues. Nos questions de recherche étant centrées sur la nature et l'évolution du travail personnel, il

⁶⁴ La liste des questions clefs qui ont guidé ces entretiens se trouve en annexe 4 et le verbatim pour chaque étudiant en annexe 13.

fallait absolument compléter ces données par d'autres outils méthodologiques qui permettraient d'aller au-delà du déclaratif. Nous avons alors songé à obtenir des vidéos de séances de révisions sous forme travail de groupe afin d'observer le travail des étudiants et les interactions qui ont lieu entre eux.

En anticipation de ce projet, dans le premier mail adressé aux étudiants en Novembre 2012 (concernant les échanges par mail et/ou entretiens à venir), nous leur avons aussi demandé s'ils travaillaient les mathématiques en groupe pour réviser avant un contrôle ou préparer des colles et s'ils voudraient bien se faire filmer pendant une séance de travail de groupe. Uniquement quatre étudiants (parmi les treize qui ont répondu à ce premier mail) ont dit travailler en groupe (ou binôme) de temps en temps, dont deux ont accepté de se faire filmer (étudiants de la promotion 2012-2013). Ainsi, en Janvier 2013, nous avons voulu filmer les séances de travail en groupe de ces deux étudiants. Nous leur avons même proposé de se filmer eux-mêmes et de nous envoyer la vidéo s'ils le préféraient. Cette méthodologie est inspirée de celle qu'utilise Robert (2012) en mettant une caméra qui filme le tableau sans élément étranger à la classe. Par cette proposition, nous cherchions d'abord à leur laisser une marge de flexibilité dans la gestion de leur temps et celui du binôme ou groupe de travail. Ensuite, nous tenions à réduire autant que possible toute influence créée par la présence d'une personne externe lors de ces séances afin de garantir un comportement authentique de la part des étudiants. Néanmoins, après plusieurs reports et promesses non tenues de la part des deux étudiants ou de leurs binômes respectifs par manque de temps pendant plusieurs mois, nous n'avons pas réussi à obtenir les vidéos et avons donc dû abandonner le projet.

N'ayant pas pu réaliser notre projet initial de nous rapprocher du travail personnel hors classe à travers des vidéos de travail de groupe, nous avons cherché une alternative. Le dépouillement préliminaire des questionnaires de la première promotion (2011-2012) a révélé que les colles jouent un rôle particulier pour les étudiants (que nous explorons dans le chapitre XIII). Nous avons alors envisagé de filmer des séances de colles afin d'observer de plus près le travail des étudiants en situation. Ceci nous aurait permis de contrôler les déclarations des étudiants faites à travers les questionnaires et les éléments recueillis par courriel et entretiens concernant les colles. Néanmoins, nous avons aussi fait face à plusieurs obstacles, notamment l'opposition des proviseurs des lycées à notre demande. En effet, les CPGE peuvent se révéler être des institutions "fermées" surtout en raison de la concurrence qui existe entre les lycées, ce qui nous a empêché d'accéder à toutes les informations nécessaires à notre recherche. Par conséquent, nous avons dû abandonner cette idée également.

2. Reformulation de la problématique

Avec l'approche de la fin de l'année 2012-2013 et le départ imminent des étudiants de la première promotion (2011-2012) en écoles de commerce, nous avons perdu tout espoir de pouvoir franchir la barrière du déclaratif sur le travail étudiant, nos deux projets de vidéos n'ayant pas pu être réalisés. Nous avons alors été obligées de repenser notre problématique, initialement centrée sur les étudiants, en nous adaptant aux contraintes de terrain qui découlent de l'organisation du travail imposée par l'institution CPGE filière EC, afin de reformuler des questions auxquelles notre recherche pourrait effectivement apporter des réponses. Ainsi, nous avons dû renoncer à pouvoir approcher le travail personnel des étudiants autant que nécessaire pour une étude centrée sur cet objet. Cette impasse sur le côté étudiant a libéré un espace dans la thèse. Nous nous sommes alors penchées sur un nouvel aspect, celui des pratiques des professeurs, en considérant que c'est parce qu'elles sont institutionnalisées que ces pratiques influencent le travail personnel des étudiants. Nous nous plaçons alors au niveau de l'institution locale de la classe de chaque professeur.

En début de l'année académique 2013-2014, nous avons recueilli, dépouillé et analysé toutes les données (questionnaires, échanges par mail et entretiens avec les étudiants). L'exploitation de ces données nous a permis de repérer a posteriori des différences entre les classes étudiées qui peuvent s'expliquer par les différences entre les groupes d'élèves mais aussi entre les professeurs. En effet, malgré la stabilité postulée des pratiques professorales au niveau de l'institution (cf. chapitre III section 1), les professeurs de CPGE bénéficient d'une grande autonomie et de marges de manœuvres dans la gestion de leur enseignement et présentent des variabilités personnelles dans leurs pratiques, comme le souligne Rauscher (2010). De plus, les résultats du dépouillement du questionnaire révélaient des différences marquées entre les deux promotions de D pour tous les items en rapport avec le professeur (que nous analysons en détail à travers les chapitres de la deuxième partie). Pour rappel, à D, le professeur F.M. a été remplacé par Z.H. à la rentrée de 2012-2013 suite à son départ en fin d'année 2011-2012. Ces observations ont renforcé le besoin de prendre en compte la variabilité selon les classes, nous imposant la nécessité de regarder le travail personnel des étudiants sous l'angle du professeur et de l'influence de ses pratiques. Nous avons alors été menées à chercher les spécificités de chaque professeur dans le cadre de l'institution locale de sa classe de mathématiques.

Ainsi, nous avons cherché à développer la dimension institutionnelle de notre recherche du point de vue des professeurs impliqués dans l'étude. Nous considérons alors deux niveaux : le premier concerne la façon dont les professeurs sont assujettis à l'institution CPGE et intériorisent les déterminations qui en sont issues ; le deuxième concerne la classe de chaque professeur, institution locale que ce dernier crée avec des dispositifs stables que nous cherchons à identifier. Ceci nous mène à reformuler notre

deuxième question de recherche (cf. chapitre III section 1) : par quels dispositifs institutionnels, à deux niveaux d'une échelle d'institutions, allant de la CPGE jusqu'à la classe d'un professeur, s'exerce la transformation du mode de travail personnel, ces dispositifs étant recherchés dans les catégories définies par Darmon ?

3. Adaptation de la méthodologie

De manière opportuniste, nous avons développé de nouveaux outils afin d'approcher cette nouvelle dimension : des questionnaires destinés aux professeurs et des entretiens avec eux. Il faut aussi préciser que nous adoptons une approche particulière en regardant les pratiques enseignantes à travers les lunettes des résultats des questionnaires étudiants ainsi que des informations obtenues grâce aux divers échanges avec ces derniers. Ainsi, l'objectif principal des questionnaires et entretiens des professeurs est de nous aider à comprendre les données qui nous proviennent des étudiants. De plus, nous avons réinvestis les documents des étudiants précédemment recueillis. Nous présentons les détails dans la section suivante. En outre, cette dimension institutionnelle nous apporte une nouvelle perspective pour l'analyse des questionnaires des étudiants. En admettant que les réponses des étudiants sont au moins en partie influencées par les attentes et les dispositifs institutionnels, au niveau local des professeurs ainsi que celui plus global des CPGE, nous prenons en compte les déterminations locales en considérant que les déterminations globales ne suffisent pas à rendre compte des réponses aux questionnaires.

SECTION 3 : RECUEIL DE DONNÉES – DEUXIÈME PHASE

1. La démarche de recherche

Suite au dépouillement des données collectées et en raison des divers questionnements élaborés à partir de nos analyses, nous avons cherché à obtenir des clarifications de la part des professeurs impliqués dans notre recherche concernant plusieurs aspects du travail personnel de leurs étudiants ainsi que de leurs pratiques institutionnalisées. Ainsi, nous avons conçu deux questionnaires qui leur sont destinés : le premier concerne leur parcours professionnel et le second porte sur des dispositifs qu'ils instaurent dans leurs classes respectives afin de mettre les étudiants au travail. Nous avons aussi sollicité les colleurs⁶⁵ des trois lycées afin d'obtenir des informations supplémentaires concernant le déroulement des colles. Ensuite, nous avons mené des entretiens avec les professeurs pour discuter de nos analyses et hypothèses ainsi que pour obtenir des précisions concernant les dispositifs qu'ils institutionnalisent. Dans la suite, nous présentons les détails de chaque outil (conception et implémentation).

⁶⁵ Un colleur est un professeur qui dirige une colle. Nous reviendrons sur les détails de ce dispositif dans le chapitre XIII.

On pourrait s'étonner que, dans une analyse des pratiques des professeurs, il y ait peu d'observations de terrain (hormis nos brefs passages dans les classes en début d'enquête, Octobre-Novembre 2011) ; la limite étant avant tout imputable à des contraintes pratiques en termes de temps. Par ailleurs, si le recours au questionnaire et à l'entretien nous permettent de nous rapprocher des pratiques des professeurs, nous nous heurtons à nouveau à l'obstacle du déclaratif. Pour dépasser cet obstacle méthodologique, nous avons eu recours aux documents des étudiants déjà recueillis afin d'y chercher des indications sur ce que font ou disent leurs professeurs.

2. Questionnaires pour les professeurs

En Novembre 2013, nous avons conçu un premier questionnaire⁶⁶ inspiré de celui de la thèse de Rauscher (2010) qui concerne le parcours professionnel de chaque professeur et son choix d'enseigner en CPGE.

En Janvier 2014, nous avons conçu un deuxième questionnaire⁶⁷ inspiré de l'ouvrage de Darmon (2013) qui porte sur des dispositifs d'évaluation et d'empressement que les professeurs instaurent dans leurs classes respectives afin de mettre les étudiants au travail, ainsi que sur les façons d'adoucir la violence préparatoire en termes de soutien ou réconfort que les professeurs apportent aux étudiants. Les informations obtenues par l'intermédiaire de ce questionnaire nous permettent de compenser le peu d'observations menées dans les classes, même si nous restons au niveau du déclaratif.

Nous avons envoyé les deux questionnaires successivement aux quatre professeurs (y compris F.M. qui n'enseignait plus à D à ce moment de l'étude) qui les ont complétés et retournés par mail.

Nous précisons que si nous ne faisons pas référence ici au livre de Daverne et Dutercq (2013), c'est que nous n'en avons pris connaissance qu'en Juillet 2014. Ceci signifie que notre méthodologie a entièrement été élaborée et adaptée de manière indépendante des résultats de cet ouvrage, jusque et y compris la réalisation des entretiens terminaux avec les enseignants (voir ci-dessous). Nous insistons sur ce point, même s'il met en évidence le caractère tardif de cette lecture, car il nous semble donner de la force à la très grande convergence entre nos résultats et ceux de Daverne et Dutercq, comme nous le verrons dans la deuxième partie de la thèse. En effet, les trois travaux de sociologie de l'éducation sont mobilisés lors des analyses proposées dans les chapitres V à XIII, nous nous attachons à mettre en évidence tous les rapprochements possibles.

⁶⁶ Le premier questionnaire destiné aux professeurs se trouve en annexe 5.

⁶⁷ Le deuxième questionnaire destiné aux professeurs se trouve en annexe 5.

3. Échanges par mail avec les colleurs

En même temps, nous avons cherché à obtenir plus de détails concernant les colles de mathématiques dans chaque lycée. Nous avons alors contacté par mail les colleurs dans les trois lycées (deux à B, quatre à K et quatre à D), leurs adresses mail nous ayant été transmises par les professeurs respectifs qui ont servi de liaison pour la mise en contact initiale. Dans notre mail, nous avons brièvement présenté notre projet et avons ensuite posé quelques questions courtes⁶⁸ concernant le déroulement des colles avec chaque colleur et leur perception quant aux objectifs de ce dispositif.

Sur les dix colleurs sollicités, uniquement deux nous ont répondu. Comme nous l'avons déjà évoqué (cf. chapitre I section 3), le silence des autres colleurs contactés peut être perçu comme un signe de méfiance ou de désintérêt vis-à-vis de notre recherche, ou simplement un manque de temps. Ainsi, le fait d'obtenir uniquement deux réponses parmi les dix possibles constitue une contrainte de plus pour notre étude, limitant les informations auxquelles nous avons pu avoir accès.

4. Entretiens avec les professeurs

À travers les entretiens avec les professeurs, nous avons cherché à obtenir des clarifications concernant le travail personnel de leurs étudiants ainsi que leurs pratiques à travers les dispositifs qu'ils mettent en place dans leurs classes respectives. De plus, nous avons voulu connaître leurs opinions respectives quant à nos analyses et hypothèses, étant donné que, contrairement à nous, ils connaissaient en personne les étudiants concernés par l'enquête. Ainsi, le fait d'avoir produit des faits quantitatifs sur les classes à partir des questionnaires des étudiants nous permet d'explorer dans les entretiens des dimensions des pratiques de ces professeurs que nous n'aurions pas nécessairement étudiés. Même si les informations obtenues sont basées sur des déclarations des professeurs, les entretiens poussent ces derniers à expliciter des choix de pratiques et un rapport au savoir que les questionnaires des professeurs ne mettent pas (suffisamment) en avant. La différence entre F.M. avec qui nous n'avons pas eu d'entretien et les autres enseignants est tout à fait évidente.

Il s'agit d'entretiens semi-structurés pour lesquels des questions spécifiques à chaque professeur ont été construites à partir de nos questionnements et hypothèses concernant sa ou ses classes⁶⁹. Ces entretiens ont eu lieu pendant la dernière semaine de Juin 2014 dans

⁶⁸ Le texte du mail se trouve en annexe 6 et les réponses des colleurs en annexe 14.

⁶⁹ Nous n'avons pas pu faire d'entretien avec F.M. qui avait quitté le lycée D depuis Juin 2012. En conséquence, l'entretien de Z.H. n'a porté que sur sa classe, soit celle de la promotion de 2012-2013 à D.

les lycées respectifs, une fois les professeurs déchargés de leurs enseignements, ils ont duré environ deux heures chacun. Ils ont été enregistrés et ensuite transcrits⁷⁰.

5. Documents recueillis

Comme nous l'avons déjà avancé (cf. chapitre III section 3), le travail personnel des étudiants est largement prescrit et conditionné par les dispositifs institutionnels d'accompagnement de l'étude mis en place par les professeurs. Toutes les informations que nous avons recueillies concernant cet aspect se réduisaient au déclaratif. D'une part, nous avons les affirmations des professeurs lors de la première rencontre et des entretiens ainsi que leurs réponses aux questionnaires, auxquelles s'ajoutent les données rassemblées lors des quelques observations des séances de cours (prise de notes concernant le déroulement des cours). D'autre part, nous avons les informations obtenues à travers les étudiants (échanges par mail et entretiens). Ainsi, il était nécessaire de trouver un moyen d'accéder aux pratiques enseignantes qui influencent la façon de travailler des élèves sachant qu'il n'était plus possible d'effectuer des observations dans les classes à ce stade de la recherche (fin de quatrième année de thèse), en raison de la limite temporelle d'un travail de thèse. Nous avons alors décidé d'avoir recours aux documents des étudiants déjà recueillis afin d'y chercher des indications sur ce que font ou disent leurs professeurs pour influencer leur travail.

Nous avons alors repris les notes de cours et d'exercices des étudiants portant sur le chapitre des "matrices", ainsi que les photocopies de cours et fiches de travail correspondants conçus et distribués par les professeurs, afin d'effectuer un rapprochement. Le but était d'en tirer des informations sur l'apport personnel de l'étudiant et/ou de chaque professeur (L.D. et Z.H.) au cours de ce dernier. De plus, suite à l'analyse préliminaire de ces documents, nous avons identifié un profil particulier pour L.D. le professeur à K (nous y revenons en détails dans le chapitre XIV). Nous avons alors cherché à vérifier les hypothèses que nous avons formulées autour de ce professeur et de son cours. Ainsi, en Juin 2014, nous avons pu avoir accès, grâce à L.D., aux documents d'un chapitre supplémentaire⁷¹ de deuxième année de prépa. L.D. a réussi à récupérer ces documents pour deux étudiants parmi les quatre de K de la promotion 2012-2013 pour lesquels nous avons déjà recueillis les documents du chapitre de première année (en Mai 2013), avant leur départ définitif en écoles de commerce⁷². À travers l'étude de ces documents, nous cherchions à vérifier la stabilité du cours de ce

⁷⁰ La liste des questions clefs qui ont guidé ces entretiens se trouve en annexe 7 et le verbatim pour chaque professeur en annexe 15.

⁷¹ Ce chapitre a été choisi par le professeur : intégrales sur un intervalle quelconque.

⁷² En Juin 2014, ces deux étudiants avaient déjà achevé leur deuxième année de prépa et les concours, ils s'apprêtaient à intégrer des écoles de commerce.

professeur et de ces propos, étant donné que L.D. était aussi le professeur en deuxième année (en 2013-2014) pour les mêmes étudiants de la promotion 2012-2013.



Figure 5 : Schéma récapitulatif - les étapes chronologiques de collecte de données

En bleu (1-2): 1ère année de thèse, en vert (3-4-5): 2ème année de thèse, en rouge (6-7-8-9-10-11): 3ème année de thèse et en jaune (12-13-14-15): 4ème année de thèse.

SECTION 4 : DÉPOUILLEMENT ET TRAITEMENT DES DONNÉES

Nous présentons dans cette section les différentes étapes de dépouillement et traitement des données provenant de l'ensemble de nos outils méthodologiques.

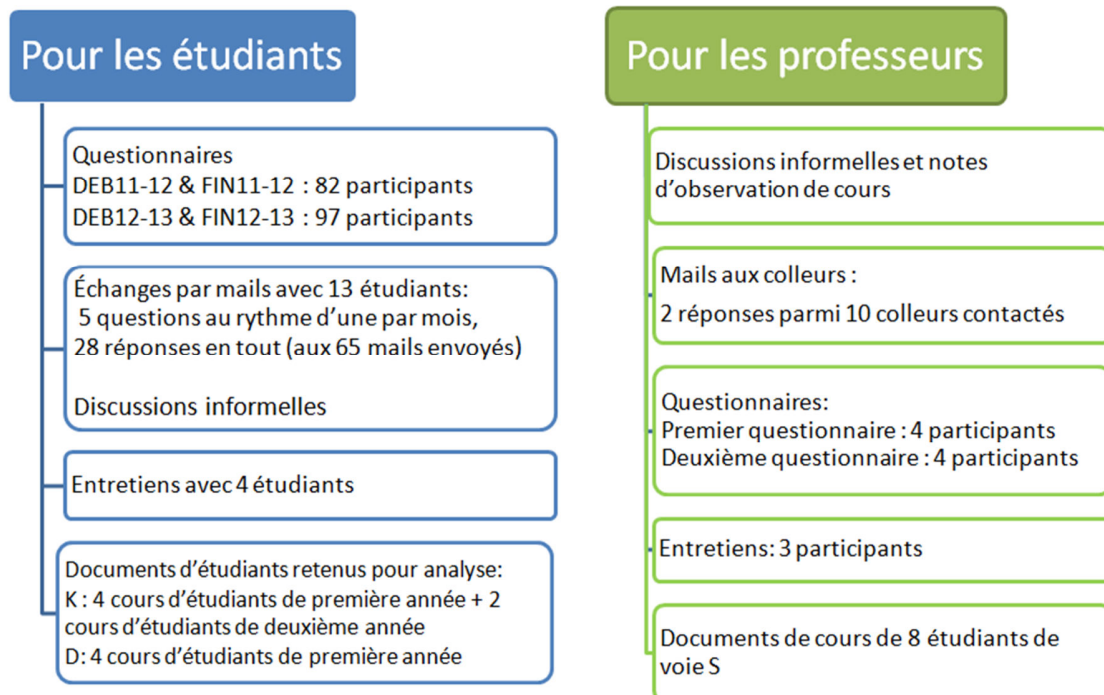


Figure 6 : Schéma récapitulatif - les outils méthodologiques de collecte de données

1. Le questionnaire

À travers ce questionnaire, nous cherchons à étudier l'évolution des façons de travailler des étudiants entre la fin de la terminale et la fin de la première année préparatoire, tout en considérant l'influence des relations sociales sur le travail des étudiants. Il s'agit aussi d'établir des comparaisons entre les lycées et/ou les voies de la filière EC et d'identifier des façons de travailler communes aux étudiants, ainsi que celles qui différencient les "bons" étudiants des "moins bons"⁷³.

1.1 Dépouillement, codage et saisie

Rappelons d'abord que pour le questionnaire, nous avons retenu 82 réponses pour la promotion 2011-2012 et 97 pour la promotion 2012-2013, avec pour chaque année un questionnaire complété en début d'année (DEB11-12 et DEB12-13) et un autre en fin d'année (FIN11-12 et FIN12-13), après élimination des questionnaires incomplets ainsi que de ceux des étudiants absents lors de l'un des deux moments de passation.

La première étape du dépouillement du questionnaire a consisté en un codage de tous les items à échelle ordinale en attribuant les valeurs 1, 2, 3 et 4 respectivement aux quatre modalités comme suit : 1=jamais ; 2=parfois ; 3=souvent ; 4=toujours, ou encore pour les

⁷³ Nous présentons le critère selon lequel nous distinguons les étudiants de niveaux différents dans le chapitre V section 2.

modalités équivalentes spécifiques à certains items, par exemple 1=jamais ; 2=rarement (au moins une fois par trimestre) ; 3=assez régulièrement (au moins une fois par mois) ; 4=régulièrement (au moins une fois par semaine). Nous avons fait de même pour les items à réponse dichotomique en attribuant les valeurs 0 et 1 respectivement aux deux modalités non et oui.

Pour les trois items à choix unique parmi plusieurs propositions, une lettre a été attribuée à chaque proposition. Les deux questions ouvertes concernant les colles ont fait l'objet d'un traitement particulier (voir la fin de ce descriptif). Nous avons aussi recensé les quelques rares réponses à la modalité "*autre à préciser*" pour les trois items concernés. Enfin, nous avons décidé de ne pas analyser les réponses à la question ouverte concernant le nombre d'heures de travail par semaine étant donné que très peu d'étudiants y ont répondu (chose que nous n'arrivons pas à expliquer – est-ce un oubli ?) et que leurs réponses étaient très variables, ce qui n'apportait pas vraiment d'information interprétable.

Ensuite, en deuxième étape, nous avons saisi les réponses des questionnaires recueillis aux deux moments de passation, soit début et fin d'année, pour les deux promotions à l'aide du logiciel statistique SPSS⁷⁴, au fur et à mesure de leur obtention. Pour chaque saisie, nous avons calculé la valeur de l'Alpha Cronbach⁷⁵ pour l'ensemble des items à échelle ordinale : la valeur moyenne obtenue de 0,842 indique un bon degré de cohérence interne entre les items.

1.2 Traitement préliminaire : données de la première promotion

Nous avons alors procédé au traitement préliminaire des données collectées pour la première promotion suite à chacun des deux moments de passation (Octobre 2011 puis Juin 2012). Nous avons d'abord calculé les fréquences des différentes modalités de réponses par item (sauf réponses ouvertes), d'abord pour l'ensemble des étudiants ayant complété le questionnaire et ensuite pour les étudiants de chaque lycée. Nous avons ensuite regroupé les fréquences des deux avis les plus fréquents/positifs ("*souvent*" et "*toujours*", ou modalités équivalentes) pour chaque item à échelle ordinale pour l'ensemble des étudiants ainsi que pour chaque lycée (voir l'exemple 1 ci-dessous). Pour une analyse globale des résultats, il est plus facile et plus informatif de considérer les

⁷⁴ Statistical Package for the Social Sciences de IBM

⁷⁵ Il s'agit d'un indice statistique de fiabilité variant entre 0 et 1 qui permet d'évaluer l'homogénéité (la cohérence interne) d'un instrument d'évaluation ou de mesure composé par un ensemble d'items suivant une échelle. Cet indice traduit un degré d'homogénéité d'autant plus élevé que sa valeur est proche de 1. Dans la pratique, on considère généralement que l'homogénéité de l'instrument est satisfaisante lorsque la valeur du coefficient est au moins égale à 0,80 (valeur empirique).

fréquences pour deux modalités par item plutôt que quatre, puis de s'attarder sur les détails en considérant chaque modalité lorsque cela est pertinent. De plus, ce regroupement est nécessaire pour l'utilisation de certains tests d'hypothèse dans la suite.

J'ai l'habitude de travailler en groupe/ avec des amis/ collègues (en pourcentage)				
Modalités :	Total	B	D	K
Régulièrement	20,7	15,4	16,7	30,8
Assez régulièrement	30,5	26,9	33,3	30,8
Rarement	39	46,2	33,3	38,5
Jamais	9,8	11,5	16,7	0
Régulièrement ou Régulièrement Assez	51,2	42,3	50	61,6

Exemple 1 : Regroupement des modalités pour un item

Lecture : Il s'agit des réponses de la promotion 2011-2012 en fin d'année.

Sur l'ensemble des étudiants, 20,7% ont répondu "régulièrement" à l'item "J'ai l'habitude de travailler en groupe/ avec des amis/ collègues" et 51,2% ont répondu "régulièrement ou assez régulièrement".

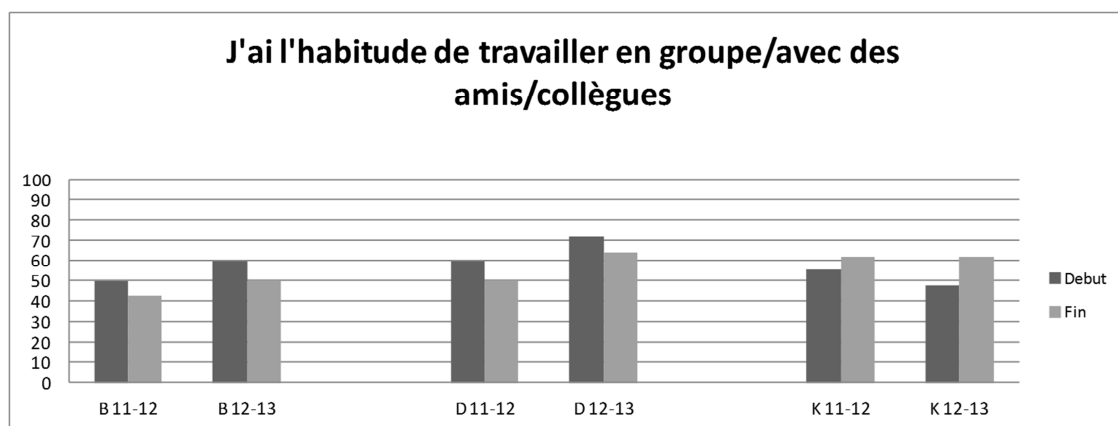
Grâce à ces fréquences, nous avons développé un premier descriptif du travail des étudiants de prépa filière EC en général, ainsi que des étudiants de chaque lycée puis de chaque voie en rapprochant les réponses des étudiants des deux lycées de voie S (D et K), en fin de Terminale, puis en fin de première année de prépa. À ce stade de l'enquête, l'objectif était de repérer des gestes et comportements caractéristiques des étudiants en général et de détecter les éventuelles évolutions qui avaient eu lieu durant l'année. Nous avons aussi formulé des questions autour de points à examiner de plus près qui serviraient à orienter la suite de l'étude et à développer les autres outils de recueil de données tels que les entretiens avec les étudiants et les échanges par mail. Cependant, toutes nos analyses et hypothèses étaient basées sur des données concernant une seule promotion, avec des effectifs qui n'étaient pas suffisamment significatifs pour chaque lycée. Ainsi, les données recueillies pour la deuxième promotion viennent compléter les premiers et permettent de vérifier ou pas la stabilité des phénomènes repérés.

1.3 Traitement exhaustif : données des deux promotions

Traitement descriptif

Dans une seconde phase, après la passation des questionnaires de la seconde promotion (Septembre 2012 puis Juin 2013), nous avons procédé au même dépouillement que pour les données de la première promotion décrit ci-avant (tris à plat pour tous les items puis regroupement des deux avis les plus fréquents/positifs pour tous les items à échelle ordinale). Ceci nous a permis de développer un descriptif pour cette deuxième promotion, d'abord pour l'ensemble les étudiants, puis par lycée et par voie.

Nous avons alors construit pour chaque item un diagramme à 12 barres (voir l'exemple 2 ci-dessous). Ces barres correspondent aux six classes de notre étude (trois lycées et deux promotions), avec deux barres par classe associées respectivement aux deux moments de l'étude : la première barre représente les résultats du questionnaire de début de première année préparatoire, qui porte donc sur la fin de la Terminale, et la deuxième représente les résultats du questionnaire de fin de première année préparatoire. Pour les items à échelle ordinale, chaque barre donne le pourcentage cumulé des deux avis les plus fréquents/positifs regroupés, soit le taux d'étudiants ayant répondu Souvent ou Toujours (ou modalités équivalentes précisées selon le cas) à l'item du questionnaire en question.



Exemple 2 : Diagramme à 12 barres pour un item

Lecture : À B en début d'année pour la promotion 2011-2012, 50% des étudiants ont répondu "régulièrement ou assez régulièrement" à l'item "J'ai l'habitude de travailler en groupe/avec des amis/collègues". En fin d'année, pour la même promotion et le même lycée, ce taux atteint 42%.

Tests d'hypothèse

En deuxième étape, nous avons regroupé les réponses recueillies sur les deux promotions⁷⁶ (donc pour les six classes) afin d'obtenir un échantillon de taille significative et de procéder à divers tests d'hypothèse. Ces tests d'hypothèse permettent d'accepter ou de rejeter une hypothèse concernant la population dont est issu l'échantillon en se basant sur les données obtenus sur l'échantillon. Tous ont été menés au seuil de confiance de 95%.

Traitement comparatif : Significativité des évolutions début-fin d'année

Pour chaque item du questionnaire à échelle ordinale ou réponse dichotomique, nous avons testé la significativité de l'évolution de la proportion de l'avis ou des deux avis le(s) plus fréquent(s)/positif(s) entre le début et la fin de l'année en appliquant des tests de Mc Nemar⁷⁷. Pour chacun de ces items, nous avons appliqué un test de McNemar d'abord pour le grand échantillon sur les deux promotions regroupées (constitué des six classes) et ensuite pour chaque promotion seule (soit trois classes par promotion). Nous avons considéré à chaque fois en premier lieu l'ensemble des étudiants puis en second lieu les étudiants par lycée. Nous obtenons alors 12 tableaux comme celui qui suit (exemple 3) pour chaque item : pour le grand échantillon puis pour chaque promotion, avec dans chaque cas un tableau pour l'ensemble des étudiants d'abord puis un tableau pour chaque lycée.

Fin d'année Début d'année	Jamais ou Parfois	Souvent ou Toujours	Total
Jamais ou Parfois	a	b	a+b
Souvent ou Toujours	c	d	c+d
Total	a+c	b+d	n

Exemple 3 : Tableau de croisement pour un test de Mc Nemar

Lecture : a, b, c et d désignent les effectifs de réponses aux modalités croisés, n désigne la taille (l'effectif total) de l'échantillon considéré.

⁷⁶ Il faut toutefois noter que pour quelques items en rapport direct avec le professeur (concernant son cours et les ressources fournis par ce dernier), étant donné le changement de professeur entre les deux promotions à D, il était absurde de regrouper les résultats pour les deux classes. Nous avons alors analysé les items pour chaque professeur seul.

⁷⁷ Ce test permet de comparer les pourcentages obtenus sur un échantillon pour deux variables nominales dichotomiques ou sur deux échantillons appariés pour une variable nominale dichotomique, les pourcentages ne pouvant être considérés indépendants. Dans notre cas, il s'agit de la première situation, les deux variables sont les avis les plus fréquents/positifs en début d'année et les avis les plus fréquents/positifs en fin d'année.

Nous donnons ci-dessous un exemple du résumé des résultats obtenus en appliquant les tests de Mc Nemar pour un item. Les notations Π_b et Π_c correspondent aux taux associés aux effectifs correspondants du tableau précédent.

Item : J'ai l'habitude de travailler en groupe/avec des amis/collègues Test de McNemar pour l'évolution de la proportion des deux avis les plus fréquents (régulièrement ou assez régulièrement) entre le début et la fin de l'année, au seuil de confiance de 95% (soit pour $\alpha=0,05$) $H_0 : \Pi_b = \Pi_c$ pas d'évolution significative pour les deux avis les plus fréquents $H_1 : \Pi_b \neq \Pi_c$ évolution significative pour les deux avis les plus fréquents				
	évolution significative sur l'ensemble	évolution significative B	évolution significative D	évolution significative K
Pour le grand échantillon (regroupant les 2 promotions et les 3 lycées, donc les 6 classes)	non	oui (p valeur = 0,003 < α)	non	Non
Pour la promotion 2011-2012 (82 étudiants)	non	non	non	Non
Pour la promotion 2012-2013 (97 étudiants)	non	oui (p valeur = 0,01 < α)	non	Non

Exemple 4 : Résumé des résultats d'un test de Mc Nemar pour un item

Lecture : Pour les étudiants des deux promotions regroupées ainsi que pour la promotion 2012-2013, nous trouvons une évolution significative (une baisse dans ce cas) des deux avis les plus fréquents ("régulièrement ou assez régulièrement") entre le début de l'année et la fin de l'année uniquement à B. En d'autres termes, en fin d'année, on a significativement moins d'étudiants à B (pour les deux promotions regroupées et pour la promotion 2012-2013 seule) qui disent travailler régulièrement ou assez régulièrement en groupe qu'en début d'année. Il n'y a pas d'évolution significative à signaler ailleurs.

Traitement associatif : Dépendances significatives en fin d'année

Pour les résultats du questionnaire en fin de première année de classe préparatoire, nous avons d'abord cherché les dépendances pour l'ensemble des étudiants du grand échantillon entre chacun des items du questionnaire et respectivement la voie (T et S), le

lycée (B, D et K), le niveau des étudiants en mathématiques⁷⁸ (bon, moyen et faible), puis la promotion (2011-2012 ou 2012-2013). Nous avons alors eu recours au test du Khi-deux d'indépendance⁷⁹ (voir l'exemple 5 ci-dessous).

Item : J'ai l'habitude de travailler en groupe/avec des amis/collègues				
Test du Khi-deux d'indépendance pour le croisement de l'item avec la filière en fin d'année pour l'ensemble des étudiants, au seuil de confiance de 95% (soit pour $\alpha=0,05$)				
$H_0 : \chi^2=0$ le fait de travailler en groupe/avec des amis/collègues n'est pas lié à la filière				
$H_1 : \chi^2>0$ le fait de travailler en groupe/avec des amis/collègues est lié à la filière				
		Filière		Total
		T	S	
J'ai l'habitude de travailler en groupe/avec des amis/collègues	jamais ou rarement	35	46	81
	assez régulièrement ou régulièrement	31	67	98
Total		66	113	179
pvaleur obtenue : 0,11				

Exemple 5 : Résumé des résultats d'un test du Khi-deux d'indépendance pour un item

Lecture : Pour l'ensemble des étudiants en fin d'année, le test du Khi-deux est non significatif au seuil de confiance de 95%. En d'autres termes, on ne peut pas dire que le fait de travailler en groupe/avec des amis /collègues soit lié à la filière d'un étudiant.

Lorsqu'une ou plusieurs dépendances sont significatives pour un item, nous présentons les résultats comme suit, en donnant la pvaleur obtenue dans chaque cas, comme dans l'exemple 6 ci-dessous :

⁷⁸ Nous avons répartis les étudiants en trois groupes de niveaux (bons, moyens et faibles) en fonction de leurs moyennes en mathématiques en fin d'année de prépa (détails dans le chapitre V section 2). Dans ce qui suit, nous désignons les trois niveaux par b, m et f respectivement.

⁷⁹ Ce test permet de décider si deux variables sont indépendantes sur la population. Dans certains cas, lorsque la condition empirique pour les effectifs théoriques (moins de 20% des effectifs théoriques sont inférieurs à 5) n'est pas respectée, le test du Khi-deux d'indépendance a été remplacé par un test exact de Fisher. En effet, la condition n'a pas pu être respectée à cause des faibles effectifs obtenus lors de la création de sous-groupes par croisement avec un ou plusieurs critère(s) donné(s) (par exemple : les trois groupes de niveau des étudiants par voie). Dans la suite, nous nous contentons de signaler ces cas dans les tableaux de dépendance par un astérisque, sans systématiquement préciser qu'il s'agit d'un test exact de Fisher.

Item quelconque à échelle ordinaire ou dichotomique	Répartition selon la voie (pour l'ensemble)		Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)		
	T 30%	S 44%	B 30%	D 48%	K 38%

Exemple 6 : Présentation des résultats d'un test du Khi-deux d'indépendance significatif pour l'ensemble pour un item

Lecture : Pour l'ensemble des étudiants en fin d'année, les deux tests du Khi-deux d'indépendance utilisés montrent une dépendance de l'item selon la voie d'une part (pvalueur=0,01) et selon le lycée d'autre part (pvalueur=0,002). Ainsi, 44% des étudiants de la voie S ont choisi le ou les deux avis le(s) plus fréquent(s)/positif(s) pour cet item contre 30% de ceux de la voie T. Ou encore, 38% des élèves de K ont choisi les deux avis les plus fréquents/positifs pour cet item.

Ensuite, pour les items qui montrent une dépendance avec la voie, soulignant donc une différenciation entre les étudiants des deux voies S et T, il fallait analyser de plus près les réponses des étudiants de chaque voie séparément. Ainsi, nous avons cherché les dépendances de ces items avec le niveau en mathématiques (bon, moyen et faible) d'une part et avec le lycée d'origine d'autre part (D ou K pour les S, France ou Maroc pour les T) pour les sous-groupes définis par chaque voie. Nous présentons les résultats des dépendances significatives comme dans l'exemple 7 ci-dessous, en donnant la pvalueur obtenue dans chaque cas :

Item quelconque à échelle ordinaire ou dichotomique	Répartition selon le lycée d'origine (pour les T)		Répartition selon le niveau (pour les T)		
	Maroc 81%	France 18%	b 92%	m 64%	f 14%

Exemple 7 : Présentation des résultats d'un test du Khi-deux d'indépendance significatif pour la voie T pour un item

Lecture : Pour les étudiants de la voie T en fin d'année, les deux tests du Khi-deux d'indépendance utilisés montrent une dépendance de l'item selon le niveau d'une part (pvalueur=0,02) et selon le lycée d'origine d'autre part (pvalueur=0). Nous pouvons lire : parmi les étudiants de la voie T, 81% des étudiants marocains ont choisi le ou les deux avis le(s) plus fréquent(s)/positif(s) pour cet item, contre 18% des non-marocains (étudiants issus d'un lycée en France). De plus, 92% des bons étudiants de la voie T ont choisi le ou les deux avis le(s) plus fréquent(s)/positif(s).

Les résultats des tests du Khi-deux (ou test exact de Fisher) et de Mc Nemar évoqués ci-dessus sont résumés dans deux tableaux joints en annexe 8. Nous présentons l'interprétation de toutes les évolutions et dépendances significatives à travers les

chapitres de la deuxième partie de la thèse consacrée à la présentation des résultats, sachant que nous ne retenons pas les résultats non significatifs.

Enfin, nous avons croisé tous les items du questionnaire deux à deux pour l'ensemble des étudiants du grand échantillon en fin de première année de classe préparatoire, puis dans certains cas pour des sous-groupes définis par l'analyse. Nous avons aussi utilisé des tests du Khi-deux d'indépendance afin de chercher d'éventuelles dépendances entre les items croisés (voir exemple 8 ci-dessous). Les détails des croisements significatifs sont présentés dans la deuxième partie de la thèse.

Items : J'ai l'habitude de travailler en groupe/avec des amis/collègues ET Je travaille chez des amis				
Test du Khi-deux d'indépendance pour le croisement de ces deux items en fin d'année pour l'ensemble des étudiants, au seuil de confiance de 95% (soit pour $\alpha=0,05$)				
$H_0 : \chi^2=0$ le fait de travailler en groupe/avec des amis /collègues n'est pas lié au fait de travailler chez des amis				
$H_1 : \chi^2>0$ le fait de travailler en groupe/avec des amis /collègues est lié au fait de travailler chez des amis				
		J'ai l'habitude de travailler en groupe/avec des amis/collègues		Total
		jamais ou rarement	assez régulièrement ou régulièrement	
Je travaille chez des amis	jamais ou parfois	73	76	149
	souvent ou toujours	1	10	11
Total		74	86	160
p valeur obtenue : 0,01				

Exemple 8 : Résumé des résultats d'un test du Khi-deux d'indépendance significatif pour l'ensemble pour le croisement de deux items

Lecture : Pour l'ensemble des étudiants en fin d'année, le test du Khi-deux est significatif au seuil de confiance de 95% (pour $\alpha=0,05$). En d'autres termes, le fait de travailler en groupe/avec des amis/collègues et le fait de travailler chez des amis sont liés. Nous pouvons lire : 9% des étudiants qui travaillent souvent ou toujours chez des amis ne travaillent jamais ou uniquement parfois en groupe/avec des amis/collègues.

Les items concernant les colles

Nous avons procédé à un traitement particulier pour les items sur les colles qui figurent uniquement dans le questionnaire de fin d'année de prépa (FIN11-12 et FIN12-13). En effet, pour les trois items à échelle ordinale, il n'y a pas d'évolutions significatives à analyser entre le début et la fin de l'année. Nous avons donc effectué un traitement descriptif des données des deux promotions suivi d'un traitement associatif (dépendances significatives en fin d'année). De plus, les deux questions ouvertes concernant les colles (avantages et inconvénients) ont fait l'objet d'un dépouillement séparé. Pour l'analyse des réponses à ces deux questions ouvertes, nous avons recueilli celles de tous les étudiants qui ont complété le questionnaire, y compris ceux qui ont ensuite été éliminés de l'étude statistique, afin d'avoir le maximum d'éléments d'information possible pour nos interprétations. Nous avons donc conservé 96 réponses pour la promotion 2011-2012 (sachant qu'on ne retient que les questionnaires de 82 étudiants dans l'étude finale) et 122 réponses pour la promotion 2012-2013 (sachant qu'on n'en retient que 97), soit au total 218 réponses. Après avoir listé toutes les réponses des étudiants à chacune des deux questions, nous avons défini des mots-clefs et expressions-clefs qui ont fait l'objet d'une étude quantitative portant sur leur fréquence d'apparition dans les réponses que nous présentons sous forme de tableaux. L'analyse de ces réponses est présentée dans le chapitre XIII consacré aux colles.

1.4 Présentation des résultats de l'analyse statistique

Pour la présentation des résultats provenant de l'analyse du questionnaire, nous avons organisé les items en huit thèmes : la collaboration entre les étudiants, les difficultés que rencontrent les étudiants et l'aide qu'ils reçoivent, la prise de notes en classe, l'organisation du travail et des révisions, le travail fait entre deux cours de mathématiques, les ressources à la disposition des étudiants, les révisions avant un DS et les colles. Chaque thème est divisé en un ou plusieurs sous-thèmes qui regroupent plusieurs items du questionnaire. Pour chaque sous-thème, l'analyse des résultats se fait selon trois niveaux. Un premier niveau d'analyse concerne le grand échantillon des étudiants des six classes provenant des trois lycées sur les deux promotions, tous regroupés. Ensuite, un second niveau d'analyse examine le détail par voie et/ou par lycée, en tenant compte de la promotion si nécessaire. Enfin, un troisième niveau d'analyse examine les liens qui existent pour les items en question entre eux et avec des items d'autres sous-thèmes ou thèmes.

1.5 Limites de l'analyse statistique

Nous avons songé à plusieurs reprises lors du traitement des données à avoir recours à des méthodes d'analyse plus globales. Par exemple, nous avons pensé aux méthodes descriptives d'analyse qualitative multivariée, en particulier l'analyse des

correspondances multiples (ACM) qui aurait été la plus adaptée à nos données. Nous avons alors tenté d'effectuer des analyses préliminaires d'ACM. Nous avons recodé toutes nos données et avons mené une ACM pour chaque regroupements d'items selon les sept thèmes décrits ci-dessus (hors colles). Le but était de comparer les réponses en début et fin d'année pour l'ensemble des étudiants et pour des sous-groupes définis selon un critère donné (voie, niveau, lycée d'origine ou promotion). Si les premiers résultats confirmaient certaines de nos hypothèses, cette méthode s'est vite révélée très fastidieuse en raison du nombre d'items de notre questionnaire, du fait d'avoir deux moments d'études sur deux promotions, ainsi que de tous les niveaux d'analyse possibles avec les divers sous-groupes qu'il est possible de créer. Nous avons alors décidé de mettre en suspens ces analyses et ensuite de les abandonner pour des raisons de temps et de praticité.

Par ailleurs, pour les items qui montrent une différence selon le niveau (opposition faible/bon), nous avons cherché à exploiter les réponses individuellement (évolutions individuelles) pour les étudiants qui ont réussi à maintenir un bon niveau tout au long de l'année et pour les étudiants qui ont subi une chute (de bon à faible). Toutefois, une telle analyse n'aurait été possible qu'à la suite de l'analyse exhaustive de toutes les données du questionnaire. Nous avons ainsi entamé une analyse préliminaire pour les quatre étudiants interviewés afin d'explorer différentes façons d'aborder ce travail, mais nous avons aussitôt décidé de ne pas poursuivre ce travail n'ayant pas réussi à mettre en place une méthode rapide et facilement applicable à l'ensemble des étudiants. Nous avons alors abandonné cette idée qui nécessitait des traitements très coûteux en termes de temps dont nous ne disposions plus.

2. Les données qualitatives

Toutes les données recueillies convergent vers l'analyse des résultats du questionnaire, outil principal de notre étude. D'une part, grâce aux discussions informelles, entretiens et échanges par mail avec les étudiants, nous avons accès (au moins au niveau déclaratif) aux détails du travail effectué par les étudiants, ainsi qu'à leurs conceptions et sentiments vis-à-vis du travail demandé et fourni. Ces informations indispensables à la compréhension et l'interprétation des résultats du questionnaire compensent en partie le manque d'observations en situation réelle. D'autre part, les questionnaires complétés par les professeurs et les discussions et entretiens conduits avec eux (y compris les échanges avec les colleurs) nous apportent des éléments informatifs concernant la nature du cours de chaque professeur, les dispositifs qu'il instaure en classe afin de mettre les élèves au travail, les pressurer, les évaluer et en même temps leur apporter un soutien moral, ainsi que le discours qu'ils tiennent aux étudiants. Ceci nous permet de comprendre les exigences et attentes des professeurs et d'établir un descriptif du fonctionnement de

chaque classe que nous intégrons tout au long de la deuxième partie de la thèse consacrée à la présentation des résultats.

Afin d'analyser ces données présentées sous forme de textes (verbatim des entretiens, échanges par mail, questionnaires des professeurs), nous avons procédé à une sorte d'Analyse de Contenu, sans nous confiner à tous les détails de la procédure de cette méthode. Cette analyse a eu lieu après l'achèvement de toutes les phases de collecte de données, nous permettant ainsi de porter un regard global, rétrospectif et analytique sur l'ensemble des données collectées. La citation suivante Leutenegger (cité dans Félix, 2002b, p.253) permet de justifier notre choix de méthodologie d'analyse globale: « *Il est impossible d'effectuer les analyses comme si le chercheur ne savait pas ce qui vient après. [...]. C'est bien parce que le dispositif est achevé et que l'on sait ce qui s'est déroulé, au moins dans ses grandes lignes, que l'on revient dessus ; mais pas de la même manière puisque les événements sont examinés avec certaines "lunettes" théoriques, c'est à dire que l'on "filtre" ce qui semble utile aux questions de recherche posées* ».

Nous avons procédé à un codage mixte avec un ensemble fermé de huit rubriques d'analyse déterminées par les huit thèmes de notre questionnaire. Nous avons dans un premier temps parcouru les textes provenant des différentes sources (verbatim d'entretiens, échanges par mail, questionnaires...) ligne par ligne afin d'y rechercher des informations (idées de base) associées aux huit thèmes de notre questionnaire. Pour coder ces rubriques d'analyse, nous avons eu recours aux unités sémantiques, soit un découpage qui consiste à parcourir un texte en s'intéressant seulement à certains passages (séries de phrases, morceaux de phrases, mots, substantifs...) dits significatifs évoquant des idées-clefs à extraire. Nous cherchions en particulier le vocabulaire qui porte une institutionnalisation, une régularité ou une insistance pour certaines actions de la part des étudiants ou des professeurs. Nous avons ensuite conduit un traitement sémantique manuel à travers une analyse empirique qui consiste à étudier les idées des participants en suivant une démarche itérative de va et vient entre les informations recueillies et l'analyse en cours d'élaboration. Ainsi, nous avons synthétisé l'ensemble des informations obtenues dans le but de compléter l'analyse des thèmes menée à partir des données du questionnaire.

3. Structure de la présentation des résultats

La structure de chaque thème dans la deuxième partie de la thèse (cf. chapitres VI-XIII) consacrée à la présentation des résultats provenant de l'ensemble des données prend globalement la forme suivante (certaines omissions ou modifications sont possibles) :

Introduction du thème

Descriptif du dispositif mis en place dans chaque classe (lorsque pertinent)

Sous thème 1 (un seul item ou regroupement d'items)

1. Pour le grand échantillon (ensemble des six classes)

- Commentaire général
- Évolutions significatives début-fin prépa (test de McNemar)
- Dépendances fin prépa selon niveau, voie, lycée et promotion (test du Khi-deux)

2. Pour les sous groupes (lorsque pertinent - selon la voie et/ou par lycée)

- Commentaire général
- Évolutions significatives début-fin prépa (test de McNemar)
- Dépendances fin prépa selon niveau et lycée d'origine (test du Khi-deux)

3. Croisements des items du sous-thème entre eux et/ou avec des items d'autres sous-thèmes ou thèmes (test du Khi-deux)

4. Interprétations et conjectures

Sous thème 2 : idem

Sous thème 3 : idem

...

Synthèse du thème

Pour chaque thème ou sous-thème (selon le cas), nous listons les items analysés ainsi que leur place dans le questionnaire. De plus, pour les items dont la formulation est très longue, nous précisons une forme abrégée représentative du sens de l'item, utilisée dans la suite afin d'alléger les phrases en évitant les répétitions inutiles. Dans la section "Interprétations et conjectures" de chaque sous-thème, il s'agit essentiellement d'informations complémentaires fournies par les professeurs et étudiants à travers les données qualitatives, utilisées pour développer une interprétation poussée des résultats des items du questionnaire. Enfin, nous proposons une synthèse des principaux résultats à la fin de chaque thème. Le thème sur les colles a une structure particulière étant donnée la spécificité des items en question et du dispositif qui nécessite une présentation détaillée.

En outre, nous incluons tout au long de notre analyse des citations en italique extraites des entretiens et échanges par mail avec les étudiants (dont nous préservons l'anonymat en précisant uniquement le lycée), ainsi que des entretiens et questionnaires des professeurs. Nous avons choisi d'approprier les citations des entretiens en y supprimant certaines interjections qui viennent de l'oral (euh, ben, quoi...) afin de restituer les propos des interviewés de manière claire et compréhensible pour le lecteur.

4. Les documents recueillis

Lors des premières phases de dépouillement des données, nous avons comparé le contenu des documents recueillis (productions écrites des étudiants, photocopiés, fiches de travail...) avec les réponses des étudiants aux quatre items du questionnaire retenus concernant la prise de notes. Toutefois, la seule information apportée par cet examen est que, pour la prise de notes et pour l'échantillon (non représentatif) d'étudiants en question, il n'y a rien qui infirme les réponses que nous présentons dans le chapitre VIII.

Par ailleurs, dans une seconde phase d'analyse suite à la reformulation de notre problématique en lui incorporant une composante "professeurs", nous avons utilisé les notes de cours et d'exercices des étudiants en question, ainsi que les photocopiés de leurs professeurs, afin d'accéder à l'institution locale de la classe de chaque professeur. Plus précisément, nous nous intéressons à la structure du texte du cours et à ce qui transparait du processus d'étude du cours en classe institué par le professeur. Nous présentons la méthodologie de dépouillement et l'analyse détaillée de ces documents dans le chapitre XIV réservé à cet effet.

ANNEXES AU CHAPITRE IV

Annexe 1 : Liste des questions clefs de la première rencontre avec les professeurs

Annexe 2 : Versions finales du questionnaire des étudiants – DEB12-13 et FIN11-12/FIN12-13

Annexe 3 : Mails envoyés aux étudiants

Annexe 4 : Liste des questions clefs des entretiens avec les professeurs

Annexe 5 : Questionnaires des professeurs (partie 1 et partie 2)

Annexe 6 : Mail envoyé aux colleurs

Annexe 7 : Liste des questions clefs des entretiens avec les étudiants

Annexe 8 : Tableaux résumant les résultats des tests du Khi-Deux et de Mc Nemar pour tous les items du questionnaire des étudiants

DEUXIÈME PARTIE : PRÉSENTATION DES RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

CHAPITRE V : DESCRIPTIF LOCAL DU PUBLIC DE L'ÉTUDE

SECTION 1 : PROFIL DES PROFESSEURS

Nous décrivons dans cette section les profils des quatre professeurs de mathématiques impliqués dans notre recherche⁸⁰. Ces profils ont été construits grâce aux deux questionnaires qu'ils ont complétés et que nous avons évoqués dans le chapitre précédent (section 3). Il faut noter que nous n'avons pas obtenu les mêmes informations (en termes de quantité et détails) de la part de tous les professeurs. Cela dépend en effet de leur degré d'investissement dans notre recherche qui se reflète à travers leurs réponses aux questionnaires. Les informations transcrites ci-dessous ne sont pas le fruit d'une sélection au sein de réponses de même taille, nous avons utilisé tout ce que les professeurs nous ont communiqué. Ainsi, le profil élaboré pour L.D. est nettement plus détaillé que ceux des trois autres professeurs du fait de son implication particulière dans notre recherche. Quand à F.M., comme nous l'avons déjà expliqué, ce dernier a quitté son lycée à la fin de la première année de l'étude (Juin 2012). Ainsi, nous n'avons pas eu de contact direct avec lui dans la suite de l'étude et ses réponses aux questionnaires sont très laconiques.

D'après les résultats de l'enquête de Rauscher (2010), « *la quasi-totalité des professeurs intervenant en CPGE appartient à un corps de niveau égal ou supérieur au corps des agrégés (91,2%)* » (p.26) et ils « *sont titulaires de diplômes supérieurs au niveau bac +4* » (p.29), étant passés par une CPGE puis une ENS (École Normale Supérieure) pour plus de la moitié. Par ailleurs, « *les professeurs de CPGE relisent leur engagement dans l'enseignement en général comme ayant été avant tout motivé par l'intérêt qu'ils portaient à la discipline qu'ils enseignent* » (pp.137-138) et « *79,6% des enseignants interrogés disent avoir choisi les CPGE pour être au contact des élèves tout en ayant un niveau élevé d'enseignement.* » (pp.146-147). Recrutés surtout en début ou milieu de carrière, ces professeurs ne souhaitent généralement pas quitter le monde des classes préparatoires qu'ils préfèrent à l'enseignement secondaire et universitaire. Ces résultats sont convergents avec ceux de l'enquête de Daverne et Dutercq (2013) qui mettent en avant la satisfaction des professeurs en termes de carrière et leurs choix d'enseigner en CPGE liés essentiellement à « *la passion de leur discipline et la volonté qu'ils ont de la communiquer [à] un public bien disposé* » (p.135) que sont les étudiants de CPGE. Nous retrouvons ce profil-type du professeur de CPGE dans ceux de nos quatre professeurs.

⁸⁰ Il s'agit des profils établis au moment de l'étude, sachant que les situations des professeurs ont pu évoluer depuis notre enquête.

1. Profil de L.D.

L.D. est le professeur de mathématiques en première année à K. Il a 35 ans et est issu d'une CPGE qu'il a « *adoré en tant qu'élève (j'y ai passé trois ans avec des professeurs extraordinaires)* » suivie d'une ENS (Bac+ 5).

Il a voulu devenir enseignant par intérêt pour le contact avec les étudiants et a choisi d'enseigner en CPGE d'abord pour « *l'aspect préparation à la compétition, au défi, au dépassement de soi* [qu'il a] *aimé et aime toujours dans le sport* » et aussi pour être au contact des étudiants tout en ayant un niveau élevé d'enseignement. Il explique que « *par rapport au métier d'ingénieur* [qu'il aurait] *pu faire, [il] aime le fait que nous [les professeurs de CPGE] ayons la possibilité d'organiser notre temps de travail (et qui rend possible une vie familiale avec enfants, si on accepte de se coucher tard...)* ».

Il enseigne en CPGE depuis une dizaine d'années, soit depuis le début de sa carrière dans l'enseignement. Il cite plusieurs raisons explicitant sa préférence pour les CPGE comparées au secondaire. En premier lieu, il s'agit de raisons en rapport avec l'intérêt pour la discipline : « *niveau d'exigences beaucoup plus élevé, notions mathématiques plus soutenues, épreuves posées aux concours souvent TRÈS⁸¹ intéressantes* ». Il s'agit ici de la disposition scientifique de Darmon (2013) qui se manifeste à travers le discours de L.D. et dont il invoque un autre aspect lors d'un entretien (que nous nous présentons en détails plus loin) en parlant de « la beauté des mathématiques ». Ensuite, il évoque des raisons personnelles, « *pour l'aspect compétitif qui colle plus à ma personnalité et parce que je suis un bosseur qui aime le travail et accorde beaucoup d'importance à la valeur travail* ». Ceci rejoint ce que dit Rauscher (2010) par rapport aux CPGE comme source de plaisirs et de satisfaction pour les professeurs. Enfin, il s'agit de raison "professionnelle", en rapport avec le métier de professeur de CPGE : « *Nous avons la possibilité (sans intervention du proviseur, des parents, etc. qui iraient contre) de faire des choses plus difficiles pour les bons élèves et d'avoir un niveau d'exigence élevé (ce qui est malvenu de nos jours en lycée, ou au moins dans un lycée moyen, non élitiste)* ». Cette dernière affirmation renvoie à plusieurs éléments concernant les prépas qu'évoquent Rauscher (2010), Darmon (2013), Daverne et Dutercq (2013). D'une part, elle souligne l'autonomie dont jouissent les professeurs de prépa dans leur activité quotidienne contrairement aux professeurs du secondaire. D'autre part, elle met en avant l'idée que la formation d'esprits scientifiques est un objectif qui ne concerne pas forcément l'intégralité des étudiants et que dans le cas des prépas il s'agit des bons élèves avec lesquels il peut être plus exigeant qu'avec les autres. Enfin, elle fait référence à la distinction entre les lycées élitistes et les autres lycées évoquée précédemment.

⁸¹ L.D. a volontairement utilisé des lettres majuscules à plusieurs reprises dans sa réponse, pour bien insister sur l'idée exprimée. Nous les transcrivons en préservant le format qu'elle a choisi.

Par ailleurs, L.D. n'aimerait « *PAS DU TOUT enseigner à l'université* », il préférerait l'enseignement secondaire ou en grande école. Pour expliquer son point de vue, il cite comme inconvénients de l'université la taille des classes, les cours en amphithéâtre qui ne lui permettent pas de « *participer à un encadrement très rapproché des étudiants* », la séparation entre TD et cours qu'il « *n'aime pas* », les évaluations peu fréquentes et enfin le monde de la recherche dont il ne se sent pas proche et qui donc ne l'intéresse pas. Son opinion est fortement marquée par les cours qu'il a suivis en université pour sa maîtrise qu'il décrit comme suit : « *piètre qualité d'enseignement, mauvaise préparation des cours par des chercheurs débordés, ambiance bruyante et désordonnée, épreuves d'évaluation inintéressantes...* ».

Ainsi, nous retrouvons en L.D. un profil type de professeur de prépa tel que le décrit Rauscher (2010), lui-même produit des classes prépas, ayant un attachement et une confiance en cette institution. Nous pouvons faire l'hypothèse qu'il est représentatif de beaucoup de ses collègues malgré les variabilités personnelles qui peuvent exister entre les professeurs de cette institution.

2. Profil de H.C.

H.C. est le professeur de mathématiques en première et deuxième années à B. Ayant plus de 55 ans, il est bientôt à la retraite. Il a suivi un cursus dans une Université (il détient un Bac+5 et agrégation) et n'est donc pas issu de CPGE.

Après 13 ans d'enseignement dans le secondaire, en pré-bac et en STS (Section de Technicien Supérieur) comme professeur certifié puis agrégé, il a « *souhaité évoluer* ». Il enseigne donc depuis plus de 25 ans en CPGE. La raison principale qui l'a poussé à intégrer l'enseignement en CPGE est le fait d'être au contact des étudiants tout en ayant un niveau élevé d'enseignement. Quant à l'enseignement à l'université il nous dit que « *plus jeune, j'aurais souhaité. Je pense maintenant que je serais déçu. Être enseignant-chercheur est gratifiant, mais être enseignant (comme PRAG⁸²) l'est moins : moins de relations d'enseignant à élève et niveau faible en Université.* »

H.C. est aussi correcteur à l'EDHEC et participe régulièrement aux réunions organisées par l'APHEC, ce qui lui permet d'établir des contacts avec d'autres professeurs de mathématiques de la voie T, « *je connais physiquement une dizaine de collègues qui participent à ces réunions* », et d'échanger avec eux autour des concours, des colles... (cf. Rauscher, 2010). De plus, depuis quelques années, il est très impliqué dans les projets de réforme des CPGE, particulièrement de la voie technologique, en étant membre de la commission de réforme des prépas EC. Il a même décidé de commencer la

⁸² Professeur agrégé enseignant dans les universités.

réforme dans sa classe avec, entre-autre, un format particulier des colles qu'il a instauré depuis 14 ans (que nous décrivons dans le chapitre XIII consacré aux colles). Après avoir obtenu l'accord de son inspecteur général et ayant discuté avec plusieurs collègues au sujet de ce dispositif, il nous dit « *ce n'est pas un truc que je fais en catimini, ce type de pratiques je crois est plutôt encouragé* ». Par ailleurs, il a écrit un livre d'annales pour la voie T (regroupant les épreuves de concours de 2002 jusqu'à 2007 inclus) il y a quelques années. Il a aussi coécrit le premier livre de cours et d'exercices pour cette voie (en cours de publication au moment de l'entretien).

3. Profil de F.M.

F.M. est le professeur de mathématiques en première année à D (jusqu'en juillet 2012). Il a la cinquantaine et est issu d'une CPGE suivie d'une ENS (Bac+ 5).

Il a choisi de devenir enseignant par intérêt intellectuel pour la discipline enseignée et pour le contact avec les étudiants, et il a choisi les CPGE où il enseigne depuis plus de 15 ans afin d'être au contact des étudiants tout en ayant un niveau élevé d'enseignement. D'ailleurs il préfère les CPGE au secondaire pour ces mêmes raisons : « *niveau plus intéressant de la matière, avoir affaire à des jeunes adultes plutôt qu'à des ados peu motivées* ». Il ne fait aucun commentaire concernant l'enseignement à l'université.

4. Profil de Z.H.

Z.H. a remplacé F.M. à la rentrée en septembre 2013 en tant que professeur de mathématiques en première année à D. C'est un professeur en début de carrière (âgé de moins de 40 ans) qui enseigne depuis moins de 5 ans, ayant obtenu un doctorat suite à une formation en CPGE puis en ENS. Il s'est « *retrouvé à enseigner directement en classes préparatoires après avoir fait un an de recherche (post-doc) à l'issue de [sa] thèse. C'était un moyen de [se] réorienter tout en restant dans le même bain de l'enseignement supérieur* ».

Il a choisi d'être enseignant par intérêt intellectuel pour la discipline enseignée et a opté pour les CPGE afin d'être au contact des étudiants tout en ayant un niveau élevé d'enseignement. Il a préféré les CPGE au secondaire puisqu'il « *pense être plus apte à enseigner en CPGE, tout simplement. Le contenu étant différent, la pédagogie n'est pas la même. Je suis plus proche, étant donné ma formation, de l'univers des prépas.* ». Il serait aussi prêt à enseigner à l'université, « *pourquoi pas, je n'ai pas d'opposition de principe* », chose qu'il avait déjà envisagée à une époque d'ailleurs. Mais il précise que « *tant que le système des prépas existe, je ne vois pas pourquoi je changerais, puisque c'est un système qui fonctionne bien, et qui apporte beaucoup à une majorité d'élèves* ».

5. Rôle du professeur de CPGE

Comme nous l'avons présenté dans le chapitre I (section 2), Rauscher (2010) a recours à la triade de Sirinelli, l'entraîneur, l'éveilleur et le maître pour définir le rôle des professeurs de CPGE. Il trouve que la plupart des professeurs de son enquête se positionnent plutôt sur entraîneur (42,8%) « *qui doit permettre à ses élèves d'être préparés intellectuellement et psychologiquement à passer les épreuves du concours* » (surtout en filière scientifique) ensuite sur éveilleur (37,2%) « *qui doit ouvrir des perspectives que ses élèves exploreront par la suite* » plutôt que maître (13,7%) « *qui doit transmettre son savoir aux élèves qui lui sont confiés* » (p.254).

Toutefois, cela ne semble pas être le cas de nos professeurs. À première vue, les réponses que nous avons obtenues en leur demandant de choisir l'expression qui leur semble le mieux décrire leur rôle parmi les trois ne correspondent pas aux résultats de Rauscher. En effet, L.D. qui hésite entre "maître" et "entraîneur" fini par trancher pour le premier. Z.H. choisi aussi "maître" en précisant que « *la réponse dépend beaucoup du niveau des élèves que l'on a en face de soi ! Je prépare les élèves aux concours, ce qui implique de leur donner quelques astuces propres au mode d'évaluation (savoir appréhender un énoncé long, gérer son temps). Mais cela passe bien après la transmission du savoir* ». Il en est de même pour F.M. qui nous explique que « *l'attente des élèves est certainement "l'entraîneur", mais [il] estime qu'on fait ou essaie de faire plus déjà parce que beaucoup ne sont pas au "niveau" pour être seulement "entraînés", ils ont besoin d'apprendre et alors le "maître" devient la priorité.* ». Les réponses des professeurs renvoient aux résultats de Daverne et Dutercq (2013) qui trouvent que les professeurs sont obligés d'adapter leur pédagogie et leurs exigences aux besoins et au niveau de la nouvelle population d'étudiants de CPGE, variée en termes de bagage académique et de milieu social, et par conséquent d'habitudes de travail. Enfin, H.C. est « *incapable de distinguer entre les trois propositions* » et s'abstient de répondre.

Néanmoins, Rauscher précise aussi que les enseignants soulignent que le savoir n'est pas une fin en soi, il s'agit plutôt de mettre « *en relation les savoirs et les savoir-faire de ses élèves avec les positions professionnelles sur lesquelles les concours qu'ils vont passer sont appelés à déboucher* » (p. 267). Ceci met en avant la complexité du modèle du maître qui ne fait pas que transmettre un savoir, mais qui forme aussi les étudiants à son utilisation, y compris dans des perspectives professionnelles. Nous postulons que c'est à ce niveau que les maîtres se différencient vraisemblablement des professeurs universitaires.

SECTION 2 : DESCRIPTIF DES CLASSES

Dans cette section, nous regardons de plus près les six classes sur lesquelles a porté notre étude afin d'apporter des éléments qui permettent de faciliter la compréhension de l'analyse et l'interprétation des résultats dans la suite. Nous nous intéressons à l'ambiance de chaque classe ainsi qu'aux résultats des étudiants concernés par l'étude en mathématiques dans leurs lycées respectifs et ensuite aux concours.

1. L'ambiance des classes

En nous basant sur les déclarations des professeurs lors des entretiens et à travers les questionnaires qu'ils ont complétés, nous avons constitué un descriptif de l'ambiance générale de chaque classe ainsi que du rôle du professeur dans l'instauration et le maintien de cette ambiance. Comme pour les profils des professeurs décrits ci-dessus, il faut noter que les informations obtenues par les différents professeurs ne concernent pas nécessairement les mêmes aspects de l'ambiance des classes. Cela dépend de leurs réponses aux questionnaires et entretiens, sachant que tous les professeurs ne rentrent pas dans les détails de la même façon. Par conséquent, nos descriptifs ci-dessous n'ont pas toujours la même structure.

1.1 Les classes de K

Globalement, selon L.D. le professeur de mathématiques en première année à K, il y a une excellente ambiance qui règne dans ses deux classes (promotions 2011-2012 et 2012-2013), avec des étudiants « *vraiment gentils entre eux, jamais prétentieux* », il insiste sur le fait que « *c'est très prononcé* ». En général, les étudiants travaillent et il y a peu de décrochage (éventuellement un ou deux étudiants qui changent de formation en cours d'année) et absolument pas de compétition. De plus, il mentionne l'influence des « *éléments en tête de classe* » qui, en commençant à répondre aux questions, donnent « *par leur volonté de bien faire* » l'exemple positif aux autres qui suivent, ce qui permet d'éviter d'avoir une « *classe mutique* ».

Toutefois, les deux promotions d'étudiants n'ont pas exactement le même comportement, différence que L.D. attribue principalement aux caractères des étudiants. Il trouve que les étudiants de la promotion 2011-2012 sont « *plus confiants, plus adultes [...] plus critiques envers ce que je leur dis, pas forcément plus travailleurs* », c'est plus une promotion « *étudiant qui prend de la distance* ». Alors que ceux de la promotion 2012-2013 sont « *presque naïfs* », il explique « *ils sont très très très demandeurs de conseils, d'avis, mais c'est vraiment flagrant. Alors ça ne veut pas dire qu'ils soient immatures, ce n'est pas vraiment ce que je veux dire. C'est vraiment l'attitude face aux*

conseils, vite vite ils vont marquer ce qu'il faut faire, ils vont essayer de, voilà, ils sont très... dans ce sens-là. ». Nous faisons référence à cette distinction entre les deux promotions à plusieurs reprises lors de l'interprétation des données dans la suite.

Par ailleurs L.D. évoque une « *difficulté* » qu'il rencontre systématiquement avec ses étudiants : le manque d'ambition. En effet, il trouve que la bonne ambiance en classe et l'absence totale de compétition constituent « *presque un frein à l'ambition* ». Venant d'une famille de sportifs et ayant « *été élevé dans cet esprit de savoir se dépasser et d'y trouver du bonheur* », il trouve que la majorité des étudiants manquent de volonté de dépassement de soi. Il nous écrit à ce sujet : « *Est-ce que ça a rapport avec le milieu social ? Est-ce que justement, puisque je suis dans un "petit" lycée, je n'ai pas d'élèves ambitieux qui, eux, ont préféré aller vers des lycées plus prestigieux ? Pourtant, nous avons des bons élèves, voire parfois des élèves brillants ! On leur dit qu'ils ont du potentiel, on voudrait qu'ils y croient, qu'ils voient une importance à faire du mieux qu'ils peuvent ... mais franchement, je suis démuni et trouve que je n'y arrive pas. Cette année, c'était le discours répandu parmi eux "toutes les écoles se valent". D'accord, les classements des écoles n'ont qu'une importance relative ! Mais c'est une sacrée aide pour les pousser au travail d'avoir des élèves qui visent plus haut, qui regardent les classements, etc... Pour ma part, je trouve que ça vient aussi de leur entourage familial, de leur manque de vision sur les métiers ? Je n'ai pas d'idée et de démarche particulière dans mes cours concernant l'ambition.* ». D'une part, il tente d'expliquer ce manque d'ambition par le classement et le niveau de prestige du lycée où elle enseigne. Ceci nous renvoie à la thèse de Rauscher (2010) qui étudie les différences entre les petits lycées de province et les prépas les plus prestigieuses en termes de recrutement des étudiants à l'entrée et ensuite de leur canalisation vers les grandes écoles. D'autre part, il attribue ce manque d'ambition en partie au milieu social dont sont issus ces étudiants et au manque de vision sur les métiers. Son questionnement trouve des réponses dans les résultats de l'enquête de Daverne et Dutercq (2013) qui confirment que les ambitions des étudiants dans les prépas petites et moyennes sont plus modestes que celles des grandes prépas élitistes, que les étudiants s'imposent une autocensure renforcée entre autres par le discours familial, leur situation social et économique, leur vision du monde et le manque d'information (cf. chapitre I section 2).

De son côté, L.D. essaye de remédier à la situation comme il peut : « *J'essaie de transmettre aux élèves qu'on peut être fier d'un travail bien fait, fier d'avoir travaillé, fait des sacrifices pour se dépasser, pour connaître plus de choses, pour ne pas être déçu de ses résultats, etc... et concernant l'absentéisme, qu'on peut être content d'être venu au cours, même un peu fatigué.* ». Il se demande même s'il ne faudrait pas avoir « *un prof de communication pour faire passer un message sur l'ambition du travail* ». De plus, il prend l'initiative d'informer les étudiants sur les perspectives de leur vie professionnelle

future afin de les inciter à organiser leur travail en leur répétant qu'ils « *s'engagent dans des métiers/situations où ils n'auront pas de confort (rentrez à 16h, manger dans leur appart' parfois le midi, ne pas venir quand ils ont un petit truc qui ne va pas, trop s'écouter...)*. Mais aussi le fait qu'ils feront sûrement de gros horaires, et que s'ils savent bien s'organiser, ce sera un plus pour le travail et leur vie privée, et que cette organisation, ils peuvent justement l'améliorer en prépa ». Ceci relève du rôle de la prépa dans l'initiation des élèves aux exigences du marché du travail et de l'instauration d'un rapport particulier au temps qu'évoquent Darmon (2013), Daverne et Dutercq (2013) et Rauscher (2010). Dans ce contexte, L.D. insiste sur la différence entre les filières S et EC : « *c'est pas du tout pareil. Puis même l'aspect travail je ne sais pas mais dans les scientifiques tu es beaucoup plus dans un monde reclus où tu... les EC ils ont énormément de qualités mais c'est pas forcément des qualités de bosseurs, ils sont pluridisciplinaires, ils sont ouverts, ils parlent bien, enfin c'est autre chose* ». C'est le caractère polyvalent de ces filières que mettent en avant Daverne et Dutercq (2013) et qui permet aux étudiants de développer un savoir faire en plus de l'excellence académique, favorisant leur insertion dans le marché du travail. Dans ce contexte, L.D. nous parle de la préparation des étudiants aux entretiens de personnalité : « *ils doivent montrer beaucoup un cursus cohérent, des qualités cohérentes, tu vois c'est beaucoup une histoire de cohérence dans le parcours, mais c'est pas vraiment, enfin t'as le droit d'être peu motivé, peu ambitieux et faire ton truc du moment que c'est cohérent, des choses comme ça.* ».

Par ailleurs, se souciant du bien-être de ses étudiants et afin de préserver l'ambiance de sa classe et son bon fonctionnement, L.D. essaye d'apporter un soutien ou réconfort à ses étudiants mais sans se faire passer pour une assistante sociale qui serait là pour « *les écouter se plaindre ou pour résoudre des problèmes pratiques (logement etc.)* ». Il s'agit de l'aspect humain des prépas décrit par Darmon (2013) et par Daverne et Dutercq (2013) qui sert à maximaliser la vie préparatoire des élèves, tant du point de vue biologique et social, que psychique, ainsi que de la vie de classe. Ainsi, Il essaye de « *positiver les moments difficiles (notes, fatigue), de les encourager* ». Il insiste sur l'importance des petits détails du quotidien qui ont un fort impact psychologique, par exemple « *l'entrain et le sourire pour les accueillir, toujours, même si 5 minutes après j'enchaîne sur un sermon* » ou encore émotionnel « *je leur dis clairement que j'ai plaisir à travailler dans cette classe (ce qui n'est pas un mensonge : en 13 ans, il y a eu une seule classe que je n'ai pas appréciée) et que ce sont des individus qui comptent beaucoup dans ma vie (12 heures de cours par semaine et leurs copies : je les côtoie beaucoup)* ». Il donne aussi des conseils concernant les bonnes manières de gérer leur vie en termes de besoins biologiques ou sociaux « *quand ils ont mauvaise mine, sur le ton de l'humour, je leur dis de dormir plus, de moins sortir le samedi soir, etc.* ». Il s'inquiète réellement pour chacun de ses étudiants « *en arrivant, je regarde les absents, et demande toujours aux autres :*

qu'est-ce qui se passe, qu'est-ce qu'il a, qui prend les documents, dites-lui de revenir vite avec nous, etc », ce qui est reflété dans la façon dont les étudiants réagissent « d'ailleurs généralement ils me justifient par mail voire sms leur absence ; c'est une habitude qu'on a prise » et s'occupe des cas particuliers. Il nous parle de la façon dont deux étudiantes « stressées » sont encadrées par le corps professoral en tant qu'équipe: « elles passent plus souvent au tableau en maths ; elles ont des oraux plus spécifiques en langues et en culture générale. Nous insistons sur la « préparation » pour que le jour J elles soient prêtes. Nous essayons de les valoriser, de leur donner confiance. ».

1.2 Les classes de B

Le professeur de mathématiques en première et deuxième année à B (H.C.) décrit ses élèves comme étant « *très gentils et accueillants* ». Toutefois, en ce qui concerne l'aspect académique, ils sont en majorité « *très faibles en mathématiques, perdus ou passant complètement à côté, n'ayant pas acquis les bases du collège ni du lycée* ». Selon lui, cela est une conséquence du fait qu'en France, les élèves sont promus d'une classe à l'autre sans vérifier si les objectifs fixés pour l'apprentissage des mathématiques au collège et au lycée sont vraiment atteints. Son discours est convergent avec celui de certains professeurs de l'enquête de Daverne et Dutercq (2013) qui mettent en cause l'approfondissement insuffisant des programmes au lycée, ce qui se traduit par des étudiants entrant en CPGE en manquant de connaissances et de méthodes. Par conséquent, la progression du programme est très ralentie en première année étant donné que les élèves ont beaucoup de lacunes sur des notions de base « *alors il faut s'arrêter pour les expliquer au fur et à mesure* », sachant que le programme de la voie T est déjà très allégé en comparaison avec ceux des autres voies. Mais H.C. avoue qu'il ne peut pas continuer à ralentir le pas en deuxième année : « *il y un moment où je n'en peux plus en deuxième année, faut que je fasse mon programme et voilà quoi. En première année je maintiens, je suis tout gentil, mais en deuxième année je trace, il faut que je le fasse le programme, je suis toujours en retard en première année vous le savez, toujours.* »

Par ailleurs, il trouve les élèves généralement très agités, ce qui fait que les classes sont difficiles à tenir et qu'il en résulte beaucoup de perte de temps : « *les technos sont, en plus de leurs autres défauts si je puis dire, probablement plus agités. Maintenant je fais des disciplines en classe, ce que je ne faisais pas avant. Je suis obligé, le public évolue.* ». De plus, dans ce lycée, les classes ont de grands effectifs autour de 45 ou même 50 étudiants selon les années, avec l'impossibilité de les scinder en deux classes en raison de contraintes budgétaires. À cela s'ajoute le manque de motivation de certains et la distraction : « *il y en a qui sont démotivés, qui ne sont là que pour pas être portés absents, donc qui sont souvent portés à faire un petit peu autre chose. Le portable en cours, mais encore qu'ils soient sur leur portable tous seuls ça va, mais parfois ils en*

discutent avec leur voisin, parce que je pense qu'il y en a qui regardent même des trucs sur je sais pas quoi youtube ou autre. ».

De plus, le taux de décrochage durant l'année dans ces classes est assez élevé, avec plusieurs élèves qui démissionnent officiellement ou qui arrêtent simplement de venir en cours : *« À partir d'un certain moment ça devient évasif, il y en a, c'est surtout les filles, qui sont déjà partis mais disons en début d'année [2013-2014] on devait être 45 le jour de la rentrée, y en quelques uns, quelques unes, qui ont disparu vite rapidement dans les deux premières semaines quoi, après on a fonctionné je crois autour de 40 pendant un certain temps. Puis il y en a un ou deux qui sont partis encore. Officiellement ils sont 38 encore, mais dans la réalité ils ne sont plus 38. Il y en a une qui ne vient plus ça c'est sûr, ça fait plus d'un mois qu'elle n'est pas venue et d'autres qui viennent de temps en temps. Je dirai qu'il y en a peu être encore 34 qui donnent le sentiment d'être là quoi, mais c'est à peu près. Il a de virtuelles démissions, il y en a qui veulent se reconvertir, cette année [2013-2014] plus que d'habitude, je ne sais pas pourquoi. ».* En outre, à part les élèves qui s'absentent (sèchent), *« dans ceux qui viennent il y en a qui ne foutent rien ».* H.C. trouve que c'est en partie dû au fait que beaucoup d'étudiants sont épuisés, certains dorment en classe, *« mais vraiment ils dorment, les bras sur la table ».* Le professeur est convaincu qu'ils sont surchargés de travail à cause du manque de coordination entre les professeurs des différentes disciplines concernant la répartition du travail donné par chacun : *« je ne dis pas que c'est uniquement parce qu'ils passent leur temps en boîte de nuit. Je me pose des questions moi, est-ce qu'on équilibre bien le travail qu'on leur donne ? ».*

Pour tenter de motiver les étudiants, H.C. leur explique qu'ils n'ont pas à travailler les mathématiques dans la crainte de la sanction : *« je leur dis en début de première année que je ne vais pas m'opposer à leur passage pour des questions de niveau. [...] Je leur dis vous pouvez être aussi nuls que vous le voulez, enfin je le dis pas comme ça mais bon, vous pourrez passer, si vous ne passez pas en deuxième année, ça ne sera pas à cause des maths ».* En effet, H.C. nous explique que pour lui la note n'est pas importante, il ne s'agit que d'une obligation administrative. Son but est plutôt de faire travailler les élèves et surtout de les pousser à rédiger. Pour lui, *« l'idée qu'on puisse bosser des maths quand on a une vingtaine d'années par peur de la sanction à venir si jamais, j'ai du mal à adhérer à cette idée là. Ce que j'aime faire quand j'y arrive c'est leur faire travailler un truc parce qu'ils y trouvent de l'intérêt. J'y arrive de temps en temps mais je dois vous dire que c'est minoritaire, c'est pas donné. ».*

Par exemple, il nous parle du cas d'un étudiant qu'il a défendu en conseil de classe pour le passage en deuxième année malgré son très faible niveau en mathématiques alors que les autres professeurs voulaient l'exclure. *« Benjamin était un élève très très mauvais, il avait un seul atout pour lui, c'est qu'il était bilingue. [...] Je ne défends pas*

Benjamin par esprit d'éthique, si ça n'est pas le plus nul de la classe, il s'en approche en maths, donc je ne le défends pas parce qu'il est bon en maths, mais je ne vois pas pourquoi on lui aurait fait perdre une année scolaire en le laissant sans rien. Alors je leur dis ce type il est fait pour faire du commercial, d'accord il n'est même pas bon en anglais, mais il est bilingue franco-anglais, il va réussir dans le commerce ce type-là. [...] Si vous regardez Benjamin ben il a des admissibilités cette année. C'est l'évidence, parce que quand vous voyez les autres stats, vous le savez que s'il se présente à un certain nombre de ces écoles, il va les avoir. Et dans les faits il en a, alors il n'a pas ce qu'il y a de plus brillant mais il a même Nancy, l'ESC Dijon, l'INSEEC, enfin vous voyez il a tout ça. Donc il va s'en sortir absolument. » H.C. se montre alors soucieux de la vie professionnelle de cet étudiant plutôt que de ses résultats académiques. Ceci relève du rôle que jouent les classes prépas dans l'initiation des étudiants à la vie professionnelle (Darmon, 2013 ; Daverne et Dutercq, 2013). Rauscher (2010) en parle en insistant sur la satisfaction qu'apporte cet aspect aux professeurs : *« ces derniers estiment souvent qu'ils vivent la consécration de leur carrière enseignante en CPGE et se réjouissent du succès professionnel et personnel de leurs élèves, même si ces derniers n'intègrent pas les plus grandes Écoles »* (p.308). Nous pouvons dire que H.C. renforce cette attitude avec un esprit vraiment très militant et social. Cette citation s'applique aussi à L.D. qui cherche toujours à pousser ses étudiants à exploiter tout leur potentiel et viser les écoles prestigieuses. De même, H.C. nous explique qu'il souhaite que ses étudiants aillent au bout : *« mes élèves, une fois que je les ai sélectionnés, j'ai envie qu'ils continuent et qu'ils fassent leur truc »*. Cependant, il fait aussi *« un aveu terrible »* concernant ce même aspect : *« en deuxième année, je suis un peu résigné vis-à-vis des mauvais parce que quand on arrive en début de deuxième année, qu'on est nul fini en maths on a très peu de chance de rattraper un niveau, très très peu. Et en même temps, ce qui me dégage un petit peu de responsabilité, c'est que ça les empêchera pas d'intégrer une école. Ils intégreront pas une bonne école mais ils intégreront une école »*. Nous pouvons aussi faire référence à Rauscher (2010) pour ce dernier point qui dit que les professeurs *« estiment que la volonté et le travail sont susceptibles de procurer à leurs élèves des résultats, qui, s'ils ne sont pas auréolés du prestige que seule peut procurer l'intégration à une très Grande École, sont en mesure de leur garantir un parcours débouchant sûrement sur un emploi stable et de bon niveau. »* (pp.308-309).

Tout cela n'empêche pas H.C. de mettre en place des dispositifs afin d'aider les étudiants à améliorer leurs résultats. D'abord, il a *« cassé »* le système traditionnel des colles pour le transformer en un système de travaux dirigés en petits groupes (nous proposons un descriptif détaillé de ce dispositif dans le chapitre XIII). Ensuite, il a réussi depuis quelques années à obtenir de la part de l'administration du lycée l'organisation d'un cours de soutien hebdomadaire de deux heures destiné aux étudiants faibles. Ce cours est assuré par un des colleurs de B qui *« reprend au ralenti »* certains exercices

que les étudiants n'ont pas compris et que H.C. lui indique et répond aux questions des étudiants. En règle générale, les étudiants qui en ont besoin s'inscrivent à ces cours en début d'année, sur la base du volontariat. Ils sont alors contraints d'y aller, sachant qu'ils peuvent décider d'arrêter en informant leur professeur s'ils sentent qu'ils peuvent s'en passer. De même, des étudiants peuvent l'intégrer en cours d'année si besoin. H.C. insiste sur la non-présence de bons étudiants qui risquent de perturber le cours et gêner les faibles, il accepte exceptionnellement « *une présence silencieuse* » de certains qui insistent vraiment pour venir. Le cours démarre en général avec une quinzaine d'étudiants et se termine avec 6-7. Ce dispositif, qui ne fait pas partie des dispositifs officiellement institutionnalisés, est peu présent en classes prépas en raison de contraintes budgétaires. Il s'agit d'une preuve d'adaptation personnalisée de l'enseignement aux besoins du public qu'évoquent Daverne et Dutercq (2013), spécifique de ce professeur engagé pour la réussite de ses étudiants.

Par ailleurs, même si H.C. trouve que « *globalement, [cette] classe préparatoire [filière EC, voie T] n'est assurément pas la plus violente qui soit* », en comparaison avec les autres voies et filières, il cherche toujours à faire une pression « *douce et gentille* ». Il suit de près le travail des étudiants, leur donnant ainsi l'impression d'être « *quelqu'un qui voit tout, qui sait tout* ». Il s'agit alors d'« *adoucir la violence préparatoire* » comme le décrit Darmon (2013, p.68) ou encore de tempérer la sévérité selon Daverne et Dutercq (2013). Déjà, il s'efforce de connaître ses élèves « *vite, si possible, bien* ». Il passe d'habitude tout le premier cours de l'année à « *passer dans les rangs pour [s'] entretenir individuellement, même brièvement, avec chacune et chacun* » et dès le deuxième cours de l'année, il les appelle tous par leurs noms. De plus, il essaye de discuter avec eux en dehors des cours lorsqu'il peut et apprend à bien connaître des détails sur leur vie personnelle. Il vérifie aussi régulièrement les absences aux colles et cours de soutien et essaye de faire un suivi auprès des absents « *ça leur met un petit bout de pression* ». Il nous dit : « *je pense que pour moi ça a la fonction auprès des élèves qu'ils ont le regard du prof, que c'est pas juste un truc, c'est pas tellement ce que j'apporte de concret mais c'est le fait que le prof voit ce qu'ils sont en train de faire.* »

Ce descriptif rend compte du comportement global des étudiants auxquels fait face H.C. depuis quelques années et des mesures qu'il prend pour y remédier. Toutefois, il nous signale qu'il y a toujours des différences entre les promotions d'une part et entre les marocains et non-marocains d'autre part et essaye de nous en expliquer les causes. En ce qui concerne les deux promotions d'étudiants impliqués dans notre étude, H.C. décrit la classe de la promotion 2011-2012 comme étant « *très bonne avec une très bonne attitude, pas d'absentéisme [...] et qui a eu des résultats à mon avis médiocres, pas mauvais mauvais mais pas... disons les moins bons depuis plusieurs années* ». Il nous explique que la promotion 2012-2013 est plus faible que la promotion 2011-2012 en termes de

travail, même si les moyennes en mathématiques en fin de chaque année se rapprochent et les résultats d'admissibilités et admissions sont similaires pour les deux promotions (voir ci-dessous les résultats des étudiants). De plus, pour la promotion 2012-2013, il observe plus de « *démissions virtuelles* » (des étudiants toujours inscrits mais qui ne viennent plus régulièrement ou du tout en cours) en cours d'année que d'habitude et des étudiants épuisés, phénomènes qu'il n'arrive pas à expliquer. Il prévoit aussi, vue la façon dont le public des classes de voie T évolue, que les promotions à venir seront de plus en plus faibles. Il précise néanmoins que cela est vrai pour la majorité des étudiants mais pas pour la totalité.

Par ailleurs, H.C. nous dévoile que sur les deux promotions, il y a eu beaucoup de tensions entre les marocains et les non-marocains : « *c'est très intéressant le type de tensions qu'il pouvait y avoir, c'était pas racial ou ethnique pas du tout. L'année dernière [2011-2012], notamment où les tensions étaient plus fortes que d'habitude, [...] là où les tensions étaient les plus fortes c'était entre les marocains et les franco-marocains* ». Il nous explique que ces tensions émergeaient principalement en raison d'un sentiment d'injustice qu'éprouvaient les non-marocains en général, et les quelques franco-marocains en particulier, qui reprochaient à leurs camarades d'être meilleurs au début et d'avoir bénéficié de meilleures conditions. De plus, les non-marocains reprochent aux marocains « *le côté on se la pète un peu, on a le sentiment d'être meilleurs* ».

Pour l'aspect académique, H.C. confirme qu'en effet les marocains, qui sont majoritairement issus du même lycée au Maroc, sont meilleurs déjà à l'entrée, ayant profité d'une très bonne formation dans leur lycée d'origine. Il nous dit : « *[Leur lycée] c'est quelques chose de très sélectif et les gens que nous avons ici, ils auraient été français, ils auraient fait une voie scientifique. [...] C'est simplement là-bas il y a une politique, dès qu'ils voient que quelqu'un n'est pas le top niveau hop, ils l'évacuent de leur filière prestigieuse [voie S] parce qu'ils se vantent [dans ce lycée au Maroc] de n'avoir jamais de collés au bac. Donc ils ne veulent pas laisser passer en voie S quelqu'un dont ils ne seraient pas totalement sûrs, vous comprenez ? [...] Nos élèves [de ce lycée Marocain], le fait que ce sont des élèves qui ont fait un cursus de T mais qui le font lamentablement [ils sont capables de plus], ils ne sont pas particulièrement des T* ». Selon lui, ces étudiants ont presque le même niveau que les étudiants de voie S des prépas en France. Il s'agit donc d'un choix stratégique des professeurs dans ce lycée qui orientent leurs étudiants vers les filières qui maximisent leurs chances de réussite, phénomène relevé par Daverne et Dutercq (2013). Par conséquent, il n'y a pas vraiment de compétition entre les deux groupes d'étudiants dans la classe de H.C. : « *disons que la compétition a vite tourné court puisque les marocains étaient largement meilleurs.* ». Il évoque pour exemple le cas d'une élève non-marocaine qui avait un très bon dossier en

Terminale : « *elle s'est figurée qu'il y avait un petit peu de travail, qu'elle allait rattraper, puis elle est tombée sur des gens qui étaient d'un niveau très largement supérieur au sien, elle a jamais réussi à monter de niveau* ». De plus, ces étudiants sont les meilleurs à la sortie aussi (voir 2. Les résultats des étudiants ci-dessous).

En outre, H.C. nous confie avoir « *le sentiment que le reproche qu'ils [les non-marocains] faisaient, ils étaient pas vraiment capables de le formuler en ces termes, mais c'était un reproche de classe sociale* ». Il nous explique que les franco-marocains sont des enfants de « *prolétaires* », tandis que les marocains sont des enfants de familles bourgeoises (comme nous l'avons déjà évoqué dans le chapitre I section 3) « *qui ont investi beaucoup d'argent pour venir faire des études en France. [...] Ils arrivent à 18-20 ans mais ils ont déjà voyagé* ».

À ces différences de niveau académique à l'entrée et d'origine sociale s'ajoute une différence culturelle entre les marocains et les non-marocains. Selon H.C., cela expliquerait le fait que les marocains réussissent à maintenir leur niveau en général contrairement aux autres. En effet, il dit que les étudiants marocains sont très cultivés et accordent une grande importance aux études en général, « *l'éducation générale est très valorisée dans leurs milieux, [...] les marocains sont élevés dans l'idée qu'il faut bosser à l'école* ». Il trouve que les marocains sont motivés tandis que « *la règle générale chez les pas-marocains, c'est en gros on ne travaille pas* ». Ainsi, les marocains sont globalement meilleurs dans toutes les disciplines, mais ils se distinguent surtout pour les mathématiques, une discipline très valorisée chez eux : « *souvent des élèves m'ont dit : les parents si tu es bon en maths, ils t'embêtent pas. Les maths c'est très valorisé paraît-il au Maroc* ». De plus, il trouve que les filles marocaines en particulier s'investissent beaucoup dans leurs études, contrairement aux autres qui ont toujours été plus faibles : « *les marocaines ont probablement un peu la perception qu'en plus étant femmes, elles vont devoir en mettre un petit plus, un petit coup pour s'arracher. Pour elles, réussir dans les études, c'est un truc qu'il faut faire même pour des raisons d'émancipation. Donc elles sont très motivées.* »

Nous évoquerons cette distinction marocains/ non-marocains à plusieurs reprises dans nos analyses et interprétations, les différences socioculturelles et de niveau entre les deux groupes étant un facteur explicatif indispensable à la compréhension des comportements de chacun.

1.3 Les classes de D

Comme nous l'avons déjà évoqué, une situation particulière se présente à D avec le changement de professeur entre les deux promotions (F.M. en 2011-2012 remplacé par Z.H. en 2012-2013). Ainsi, il était difficile d'élaborer le même descriptif pour les deux

classes de ce lycée étant donné que nous manquions d'informations pour la classe de F.M. qui était déjà parti au moment des questionnaires (d'où ses réponses très laconiques) et avec qui nous n'avons pas pu faire d'entretien.

Pour la promotion 2011-2012, les professeurs F.M. et Z.H. nous ont informées qu'il y avait une très mauvaise ambiance dans la classe due principalement aux nombreux problèmes de racisme qui existaient entre les étudiants (parisiens/non parisiens, religion, couleur...). Il semble que ces problèmes se sont atténués avec le passage des étudiants en deuxième année. Par ailleurs il y a un manque de volonté de travailler de la part de certains étudiants. De plus, deux étudiants de cette classe ont démissionné en début d'année (Septembre 2011). F.M. nous dit que pour aider ses étudiants, il mène, en cas de besoin, des « *entretiens individualisés à la demande des étudiants ou de [sa propre] initiative* ». Par ailleurs, lors de nos visites dans cette classe, nous avons constaté un certain niveau de bruit et de bavardages, d'autant plus que F.M. a une voix très basse et parle dans un microphone pendant le cours pour se faire entendre. Il semble donc que F.M. a du mal à s'imposer dans cette classe où les étudiants sont plutôt agités, surtout ceux qui sont installés aux derniers rangs. Dans la suite, à travers nos analyses des réponses des étudiants à plusieurs items du questionnaire (cf. chapitres VI-XII), nous trouvons une spécificité de cette classe qui nous mène à avancer l'hypothèse d'un rapport problématique entre le professeur et les étudiants qui influence des aspects du travail personnel de ces derniers et pourrait expliquer leur agitation. Ainsi, nous interprétons certains résultats en lien avec ce rapport, notamment les différences entre les deux promotions de D. Toutefois, les données que nous avons ne nous permettent pas de confirmer notre conjecture ni de préciser les dimensions de ce rapport qui semblent poser problème aux étudiants.

En ce qui concerne la promotion 2012-2013, Z.H. décrit sa classe comme un ensemble de sous-groupes plutôt qu'un seul groupe, avec des sous-groupes qui étaient souvent stables. Selon lui, les étudiants « *se sont regroupés par affinités, par méthodes de travail, sans doute aussi par niveau* ». Il trouve qu'il manquait une tête de classe qui aurait créé une dynamique de travail dans la classe. Quant à l'ambiance globale, il nous dit qu'« *il y avait quelques éléments qui mettaient une mauvaise ambiance dans la classe, pas méchants mais qui ne travaillaient pas assez et surtout l'attitude* ». Il évoque par exemple le cas d'un étudiant en particulier qui « *était bon en maths, mais il était nul ailleurs parce qu'il s'en fichait et qu'il ne faisait rien, mais en maths, sans trop travailler, il arrivait à dépasser pas mal d'autres* ». Ce dernier avait une attitude négative (« *il est venu en classe et c'était le prince, il arrivait, il se mettait en classe puis il discutait, il regardait, il écoutait quand ça le chantait, il travaillait quand ça le chantait* ») et perturbait la classe avec ses discussions et son comportement. Il a alors été exclu en fin de première année, ce qui a « *soulagé la classe d'un poids négatif* ».

Par ailleurs, Z.H. rejette toute forme de compétition entre les étudiants et tient le même discours que son collègue de deuxième année (J.F.H) : « *il y a suffisamment de places au concours pour que vous ne soyez pas en compétition entre vous, au contraire, si vous créez une dynamique de classe, les années où on a eu de très bons résultats sont les années où tout le monde s'est mis ensemble pour bosser.* ». Il ne perçoit globalement pas de compétition entre les étudiants. En termes de travail et résultats, Z.H. compare cette classe avec la promotion suivante (2013-2014 non concernée par notre étude) ; il trouve que, dans cette dernière, il y a une « *meilleure ambiance de travail parce que c'est quand même ça qui les préoccupe* ». Néanmoins, il juge qu'il y avait « *certaines qui étaient bons* » dans la promotion 2012-2013 et que les résultats sont « *finalement pas mal en admissibilité* » (voir 2. Les résultats des étudiants ci-dessous).

Afin de motiver les étudiants et les mettre au travail, Z.H. va « *directement parler à un étudiant en difficulté après un devoir raté, ou aussi secouer des étudiants qui ne sont pas assez concentrés ou qui ne font rien* ». Pour lui, c'est une façon de « *les responsabiliser* ». De plus, il affirme que le « *le message le plus important à faire passer c'est que s'ils s'y mettent [au travail] ils peuvent y arriver. Beaucoup se démoralisent avant d'avoir vraiment essayé* ». En outre, il se montre toujours disponible pour répondre aux questions des étudiants qui sont en pratique des questions mathématiques : « *il va de soi que je réponds à toutes les questions, quel que soit leur niveau, et quoi que je puisse penser de ce qu'elles reflètent du travail du cours (si une remarque de méthode me vient, je ne m'empêche pas de la faire, mais après avoir répondu intégralement à la question)* ». Par ailleurs, à part le fait « *d'être flexible et de ne pas accabler les étudiants en difficulté* », il ne pense pas vraiment qu'il apporte un réel soutien aux étudiants. En effet, il préfère laisser le CPE⁸³ gérer les soucis personnels (problèmes familiaux ou autres).

De plus, depuis plusieurs années, des cours de soutien sont mis en place à D. Ces cours obligatoires pour l'ensemble des étudiants de première année ont lieu par demi-groupe un soir par semaine (2 heures) et sont assurés par un collègue de D. Ce dernier est censé faire les exercices que le professeur n'a pas eu le temps de faire en TD, apporter éventuellement des compléments du cours que les étudiants n'ont pas compris et répondre aux questions. Comme à B, ce dispositif a été mis en place en négociant des heures non-utilisées pour les colles afin de l'intégrer au budget de l'école qui normalement ne prévoit pas ce genre de dispositifs.

⁸³ CPE: conseiller principal d'éducation qui est chargé du bon déroulement de la vie scolaire et contribue à placer les élèves dans les meilleures conditions d'apprentissage. Source : <http://www.education.gouv.fr>

2. Les résultats des étudiants

2.1 Les résultats des étudiants en mathématiques

Le tableau suivant concerne les notes de mathématiques des étudiants par lycée et par promotion à la fin de chaque année :

	B 2011- 2012	B 2012- 2013	D 2011- 2012	D 2012- 2013	K 2011- 2012	K 2012- 2013
Médiane	6	5,25	8	7,95	7	8,5
Moyenne	7,55	7,71	7,73	7,78	8,26	8,37
Écart-type	4,92	5,62	2,68	3,33	3,47	2,47
Coefficient de variation pour le total ⁸⁴	65%	73%	35%	43%	42%	30%

Tableau 8 : Notes de mathématiques des étudiants par lycée et par promotion à la fin de chaque année

La médiane de chaque classe est autour de 8/20 pour D et K, mais elle est nettement inférieure à B. Cela s'explique facilement par la différence de niveau entre les marocains et non marocains comme nous l'avons expliqué, ces derniers représentent en moyenne environ deux-tiers de la classe (58% en 2011-2013 et 70% en 2012-2013).

Le niveau moyen en mathématiques en fin de première année préparatoire est très proche pour les étudiants des trois lycées et des deux voies, ceux de K se distinguant par des résultats légèrement meilleurs que ceux des deux autres lycées. La moyenne pour l'ensemble se rapprochant de 8/20 peut paraître choquante lorsqu'on ne connaît pas le monde des prépas, mais il s'agit d'une moyenne tout à fait "normale" pour des prépas de voie S classées moyennes et pour une bonne prépa de voie T. En effet, comme le soulignent Daverne et Dutercq (2013) « *c'est "normal" d'avoir des notes en dessous – voire très en dessous – de la moyenne* » (p.167). Z.H. nous dit que dans l'idéal il aimerait avoir une moyenne de classe autour de 9/20 ou 10/20, tandis que L.D. nous informe que la recommandation "officielle" des inspecteurs est de conserver une moyenne générale autour de 9-9,5/20. Par ailleurs, nous repérons des disparités plutôt moyennes au sein de chaque classe à D et K à travers les écarts types et les coefficients de variation modérés,

⁸⁴ Ou écart-type relatif (exprimé en pourcentage) : c'est une mesure relative de la dispersion des données autour de la moyenne. Il se calcule comme le ratio de l'écart-type rapporté à la moyenne σ/μ . Plus sa valeur est grande plus la dispersion autour de la moyenne est grande et moins les données sont homogènes.

tandis qu'à B les disparités sont nettement plus fortes, mais cela s'explique aussi par la différence de niveau entre les marocains et non marocains.

Cependant, il faut noter qu'en classes préparatoires, la note n'est pas vraiment un objectif en soi. En effet la validation finale se faisant par les concours, le rang d'un étudiant est tout aussi autant important puisque les classements (ainsi que les appréciations) comptent le plus pour les dossiers d'admissions aux écoles. Ainsi, pour un étudiant, le plus important au cours de l'année est sa place par rapport aux autres, ce qui atténue le choc de la chute des notes à l'arrivée en prépa, les étudiants apprenant à relativiser leurs résultats au regard du classement de la classe ainsi qu'en fonction du prestige et de l'excellence de leur lycées (Daverne et Dutercq, 2013). Ceci permet aux professeurs de ne pas donner des épreuves faciles, ils se repèrent plutôt par rapport aux concours. Les élèves sont donc confrontés à des tâches d'une certaine exigence, alors que la nécessité à l'université de recevoir une proportion suffisante d'étudiants, soit d'étudiants ayant au moins la moyenne (10/20), conduit l'institution universitaire à un tassement de ses exigences, avec des examens très proches des TD (Gueudet-Lebaud, 2008). Ainsi, les étudiants sont initiés aux exigences des concours dès leur entrée en classe préparatoire, sachant que la préparation se fait sur les deux années. Les professeurs confirment que dès la première année, malgré l'éloignement du jour du concours, ils font souvent référence dans leur discours aux concours ainsi qu'aux examinateurs et correcteurs afin de préparer les étudiants aux attentes de ces derniers quant à leurs comportements (pour les épreuves orales) et la présentation de leurs copies (pour les épreuves écrites). De plus, ils font occasionnellement références aux sujets passés des concours, surtout lorsqu'ils les utilisent dans les DS et DM. Par exemple, L.D. nous explique que l'objectif unique dans ces cas est d'« *essayer de montrer [aux étudiants] qu'on ne réinvente pas la roue à chaque fois, qu'il y a des questions de cours ou proches du cours.* ».

Dans le second questionnaire complété par les professeurs (cf. chapitre IV section 3), une question portait sur la façon dont ils communiquent les résultats d'un devoir donné (interrogations ou DS) à leurs étudiants. L.D. rend les copies d'un devoir dans l'ordre alphabétique, en inscrivant uniquement le rang sur la copie pour les « *deux ou trois premiers, pour les féliciter ou leur indiquer un potentiel dont ils ne se doutent pas* ». En outre, pour les concours blancs, il (ainsi que les professeurs des autres disciplines à K) affiche les résultats des concours blancs de l'année précédente avec le devenir de chaque étudiant afin d'informer les étudiants. Pour lui, la note d'un devoir est un outil pour inciter les étudiants au travail et remonter le moral des travailleurs (surtout pour les petites interrogations), mais aussi un indicatif de la cible à atteindre (en particulier pour les DS). F.M. rend les notes d'un devoir dans l'ordre alphabétique en y inscrivant le rang de chacun mais ne communique aucune information aux autres étudiants concernant les

notes de leurs camarades. La note d'un devoir est pour lui un outil pour l'incitation au travail qui permet à chacun de mesurer ses progrès. Z.H. rend les notes d'un devoir dans l'ordre alphabétique en y inscrivant le rang de chacun « *histoire d'aider les étudiants à savoir comment ils se situent [même si] je considère cela comme négatif pour certains élèves en grande difficulté qui travaillent pourtant beaucoup* ». En revanche, il ne communique pas les résultats de chacun à la classe (ni notes ni rang) laissant ainsi le choix aux étudiants de les communiquer entre eux s'ils le souhaitent. Il considère les notes d'un devoir comme outil pour l'incitation au travail surtout : « *c'est un bon moyen de faire sentir à ceux qui ne travaillent pas assez qu'il faut qu'ils s'y mettent, et à l'autre extrémité, cela crée une émulation (pas méchante, sinon j'arrête) pour ceux qui sont dans les premiers* ». Mais il trouve que la comparaison est inévitable et parfois utile, sans qu'il y ait à l'usage un excès de comparaison (qui se transformerait en compétition). H.C. rend les copies d'un devoir sans ordre prédéfini et sans inscrire le rang des étudiants, en lisant la note de chacun à voix haute. Pour lui, la note d'un devoir est un outil pour l'incitation au travail ainsi que pour la comparaison et la compétition. Ainsi, les pratiques des professeurs soulignent l'importance accordée au rang dans les devoirs, notamment en voie S, tandis que la note est considérée comme un outil pour l'incitation au travail plutôt qu'un but en soi. Nous pouvons faire référence aux résultats de Daverne et Dutercq (2013) qui expliquent que la note « *n'est pas seulement une mesure de compétences, mais aussi une médiation entre des professeurs et des élèves nommément connus et identifiés* » (p.162).

Les groupes de niveaux

Afin de pouvoir comparer les pratiques des étudiants selon leur niveau en mathématiques, nous les avons répartis en trois groupes en utilisant comme critère de sélection la moyenne en mathématiques (en fin de Terminale et en fin de première année de prépa respectivement) communiquée par les étudiants (et confirmée par les professeurs pour celle de prépa). Nous avons désigné comme faibles les étudiants ayant moins de 8/20, moyens ceux qui ont entre 8/20 (inclus) et 13/20, bons ceux ayant une note supérieure ou égale à 13/20. Il faut préciser que les seuils de notes que nous avons choisis pour définir ces groupes de niveau peuvent être contestés. En effet, lorsque nous avons discuté avec les professeurs, ils n'étaient pas toujours d'accord avec ces seuils. Ils nous ont dit par exemple qu'« *en-dessous de 8 c'est un peu trop large, parce qu'en dessous de 8, il y a beaucoup. Il y a vraiment des caractères et des niveaux très divers parmi ceux qui sont en dessous de 8* » (Z.H.). Ils nous ont aussi expliqué que les étudiants faibles obtiennent des résultats très hétérogènes d'une fois sur l'autre, ce qui est moins le cas des moyens ou bons : « *j'en ai quelques uns [des faibles] qui ont bien travaillé le cours par exemple, donc sur des questions de cours, ils se retrouvent avec 8, et puis la fois d'après à 3, parce que cette fois d'après, il a moins travaillé son cours et que du coup forcément les questions de cours, il savait pas les faire. Donc ils passent de 8 à 3* ».

parce que leur comportement de travail est trop varié, c'est pas assez régulier. » (Z.H.). De plus, un étudiant qui a une moyenne autour de 8/20 en mathématiques n'est pas forcément faible, la limite pourrait être placée à 7/20. A contrario, il faut savoir qu'un 13/20 en mathématiques est considéré comme une bonne note en CPGE, même si ce n'est pas nécessairement le cas dans d'autres formations. Ainsi, il faut relativiser les qualificatifs "faible" et "bon" tels que nous les employons. Nous avons décidé de considérer comme faibles les étudiants qui sont en dessous de la moyenne des classes soit 8/20 (valeur arrondie). De même, notre catégorie de "bons étudiants" ne regroupe pas tous les "bons élèves" de Daverne et Dutercq (2013) qui « *ne constituent plus une catégorie aussi homogène que dans un passé récent [... et] produisent des performances scolaires de bonne qualité sans être exceptionnelles* » (p.7). Il s'agirait plutôt des quelques très bons étudiants ou encore les brillants ou têtes de classe, ceux qui ont des résultats extraordinaires en comparaison avec les autres. Nous espérons ainsi pouvoir identifier des comportements vraiment spécifiques de ces étudiants qui forment une catégorie homogène et se distinguent nettement des autres.

Si nous considérons maintenant le détail de la distribution des notes selon les trois catégories de niveau des étudiants dans chaque classe en fin d'année nous obtenons le tableau suivant :

	B 2011-2012		B 2012-2013		D 2011-2012		D 2012-2013		K 2011-2012		K 2012-2013	
	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
Faible	4,20	1,85	3,92	1,94	5,45	1,35	5,23	1,65	5,86	1,03	5,58	0,67
Moyen	10,83	1,47	12,2	0,27	9,04	1,28	9,44	1,34	10,20	1,26	9,20	1,69
Bon	16	2,27	16,19	1,32	13,5	0,71	14,73	2,65	14	0,79	13,5	0
	B 2011-2012		B 2012-2013		D 2011-2012		D 2012-2013		K 2011-2012		K 2012-2013	
	σ/μ		σ/μ		σ/μ		σ/μ		σ/μ		σ/μ	
Faible	0,44		0,49		0,25		0,32		0,18		0,12	
Moyen	0,14		0,02		0,14		0,14		0,12		0,18	
Bon	0,14		0,08		0,05		0,18		0,06		0,00	

Tableau 9 : Distribution des notes selon les trois catégories de niveau des étudiants par classe en fin d'année

Grâce aux coefficients de variation (tableau 8), nous notons une forte homogénéité des notes au sein des catégories de niveau "bon" et "moyen" pour toutes les classes de même que pour la catégorie "faible" à K, une faible hétérogénéité au sein de la catégorie "faible" à D et une hétérogénéité moyenne au sein de la catégorie "faible" à B. Ceci permet de valider notre choix des seuils de notes utilisés pour définir ces catégories de

niveau, sachant que les étudiants faibles à B semblent avoir des niveaux relativement variés.

Le tableau ci-dessous donne la répartition des étudiants retenus pour l'étude par classe⁸⁵ et selon le niveau en mathématiques en début et fin d'année :

	B		B		D		D		K		K	
	2011-2012		2012-2013		2011-2012		2012-2013		2011-2012		2012-2013	
	début	fin	début	fin	début	fin	début	fin	début	Fin	début	fin
Faible	0(0)	16(1)	2(0)	26(0)	2	14	0	18	3	16	1	6
Moyen	8(1)	6(4)	12(0)	5(4)	17	14	13	15	11	5	10	14
Bon	18(8)	4(4)	26(12)	9(8)	11	2	23	3	12	5	10	1
Total	26(9)	26(9)	40(12)	40(12)	30	30	36	36	26	26	21	21

Tableau 10 : Répartition des étudiants retenus pour l'étude par classe et selon le niveau en mathématiques en début et fin d'année

Nous pouvons constater qu'à l'entrée en classes prépas, les étudiants ont un niveau bon ou moyen, ayant eu des résultats au moins corrects en mathématiques au bac. En effet, plus de 80% ont une moyenne supérieure à 10/20. Ceci est conforme à la sélectivité dans le recrutement des étudiants en classe prépa. Nous repérons tout de même un ou deux étudiants faibles en mathématiques qui sont admis dans chaque prépa tous les ans. Cela s'explique par le fait que le recrutement d'un étudiant en prépa se fait en se basant sur ses résultats pour l'ensemble des matières, un étudiant peut donc être recruté même sans avoir un bon niveau en mathématiques, surtout dans la filière EC.

En fin d'année, les bons étudiants sont rares (24 parmi les 179). Parmi ces étudiants, 19 ont réussi à maintenir leur niveau d'entrée tout au long de l'année, tandis que 4 moyens et 1 faible en début d'année ont réussi à remonter leur niveau en cours d'année. Pour les autres, aucun étudiant n'améliore son niveau en cours d'année, ils régressent en majorité pour se retrouver dans les catégories "moyen" ou "faible" en fin d'année.

Le tableau ci-dessous donne la constitution des classes (en pourcentage) selon le niveau des étudiants en fin d'année :

⁸⁵ Pour B, nous indiquons entre parenthèses le nombre de marocains parmi les étudiants de chaque catégorie.

	B 2011-2012	B 2012-2013	D 2011-2012	D 2012-2013	K 2011-2012	K 2012-2013
Faible	62%	65%	47%	50%	62%	29%
Moyen	23%	13%	47%	42%	19%	66%
Bon	15%	22%	6%	8%	19%	5%
Total	26	40	30	36	26	21

Tableau 11 : Constitution des classes selon le niveau des étudiants en fin d'année

En voie S, nous constatons que la répartition des étudiants selon les groupes de niveau est stable d'une promotion à l'autre à D, avec presque autant d'étudiants faibles que moyens et une minorité de bons dans les deux classes. Pour K, la promotion 2011-2012 se caractérise par un taux assez élevé de bons étudiants en comparaison avec les autres classes de voie S. Quant à la promotion 2012-2013, le taux d'étudiants de niveau moyen est remarquable (66%) en comparaison avec celui de toutes les autres classes (où il varie entre 13% et 47%). Pour B, la différence entre les deux classes concerne la proportion d'étudiants bons/moyens, tandis que le taux d'étudiants faibles est stable et très majoritaire (presque deux-tiers) pour les deux promotions. Nous notons qu'en fin d'année, les bons étudiants sont presque tous marocains et les faibles presque tous non marocains. Nous considérons la répartition des notes selon l'origine des étudiants (marocains ou non marocains) en fin d'année :

	Marocains				Non marocains			
	2011-2012		2012-2013		2011-2012		2012-2013	
	μ	σ	μ	σ	μ	σ	M	σ
Faible	7,5	0	-	-	3,98	1,69	3,92	1,93
Moyen	10,25	1,5	12,13	0,25	12	0	12,5	0
Bon	16	2,27	16,21	1,41	-	-	16	0
Total	12,5	3,82	14,85	2,31	4,92	3,09	4,65	3,23

Tableau 12 : Répartition des notes selon l'origine des étudiants en voie T en fin d'année

Nous remarquons en effet une très grande différence de niveau entre les deux sous-groupes en fin d'année : les marocains (un seul élève faible sur les deux promotions) ont un niveau nettement plus élevé que les non marocains (un seul bon élève sur les deux promotions), ce qui explique la forte dispersion au sein de chaque classe à B. Ainsi, ce sont les étudiants marocains qui remontent le niveau de la classe, d'où la grande différence entre la médiane et la moyenne pour ces classes (tableau 8).

Dans la suite, nous utiliserons les sigles suivants pour désigner les étudiants des différents niveaux : "b" pour bon, "m" pour moyen et "f" pour faible.

2.2 Auto-évaluation des résultats et du travail

Dans le questionnaire destiné aux étudiants, deux items à échelle ordinale demandent aux étudiants d'évaluer leurs résultats et leur travail.

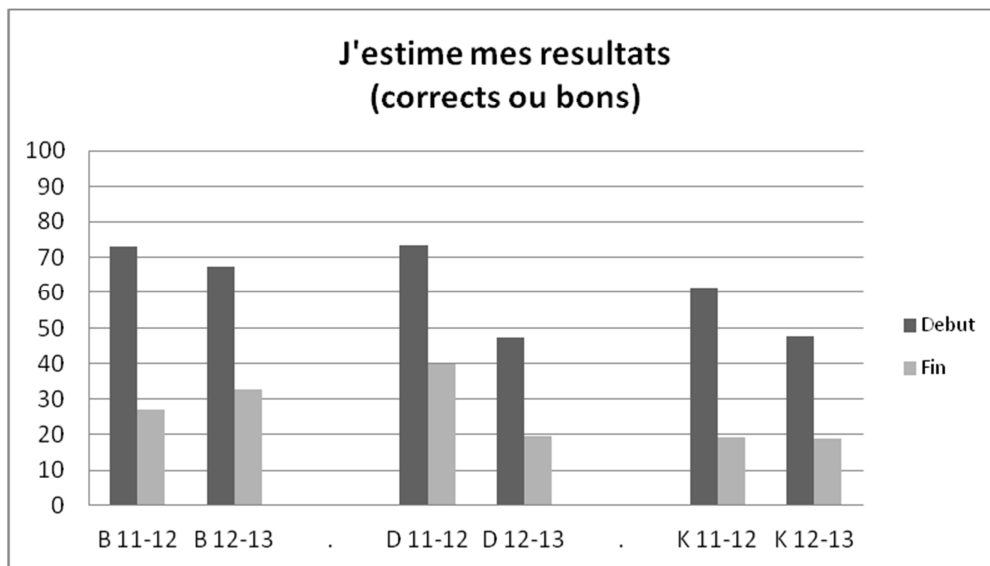


Diagramme en barres 1 : J'estime mes résultats

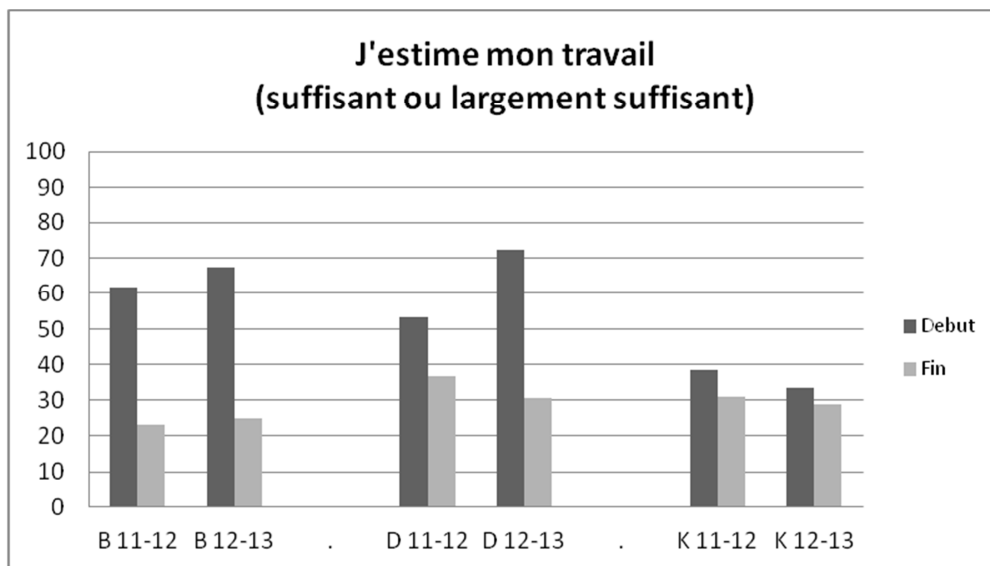


Diagramme en barres 2 : J'estime mon travail

Nous pouvons remarquer que globalement, malgré les différences entre les classes, la majorité des étudiants ne sont satisfaits ni de leurs résultats ni de leur travail en fin d'année de prépa, contrairement au lycée. En effet, le taux d'étudiants qui estiment leurs résultats corrects ou bons baisse nettement partout pour atteindre en moyenne 25% à la

fin de l'année (baisse statistiquement significative pour l'ensemble et pour chaque lycée d'après les tests de McNemar, p valeurs=0). Il en est de même pour le taux d'étudiants qui estiment leur travail suffisant ou largement suffisant (taux moyen en fin d'année autour de 28%). Nous notons en effet une baisse statistiquement significative de ce taux pour l'ensemble ainsi que pour B et D (d'après les tests de McNemar, p valeurs=0), mais pas pour K où les étudiants des deux promotions n'étaient déjà majoritairement pas satisfaits en début d'année.

Ces baisses des taux d'étudiants satisfaits de leurs résultats sont cohérentes avec les résultats des étudiants en fin de prépa, comparés à leurs résultats en fin de Terminale (tableau 11), notamment la chute de niveau en cours d'année pour la majorité des étudiants. Quant au travail requis en prépa, d'après les professeurs, il est nettement plus lourd et exigeant qu'en Terminale. Le professeur de mathématiques à B (H.C.) insiste sur le décalage entre le travail requis au lycée et celui en prépa : *« il y a le fait qu'objectivement on leur demande beaucoup, on est passé d'un extrême à l'autre quoi, on leur en demande beaucoup [...] surtout dans certaines matières »*. De plus, il nous dit que les étudiants issus de STMG réussissaient au lycée alors qu'ils ne travaillaient pas du tout, tandis que ceux de S travaillaient peu : *« en particulier les technos, les élèves que moi j'ai n'ont absolument pas eu à travailler les deux années qui ont précédé le bac. [...] Ils ne travaillent pas du tout, déjà les voies S travaillent très peu. [...] Si un élève de techno me dit en terminale, j'ai eu mon bac en bossant très dur, moi in petto je me dis mon vieux t'es fichu parce que c'est pas normal d'avoir à bosser. »*. Ceci est confirmé par les résultats de l'enquête de Daverne et Dutercq (2013) qui disent que les étudiants intégrant les CPGE ont en majorité *« connu une trajectoire limpide scolaire, ponctuée d'excellents résultats, sans pour cela avoir beaucoup investi scolairement »* (p.8).

Par ailleurs, des tests du Khi-deux révèlent la dépendance de ces deux items respectivement avec le niveau des étudiants (p valeurs=0).

	Répartition selon le niveau (pour l'ensemble)		
J'estime mes résultats (corrects ou bons)	b 91%	m 42%	f 2%
J'estime mon travail (suffisant ou largement suffisant)	b 70%	m 37%	f 16%

Tableau de dépendance 1 : J'estime mes résultats ; J'estime mon travail

Nous pouvons voir que les bons sont très nombreux à trouver leurs résultats corrects ou bons (91%), contrairement aux faibles (2%) qui semblent conscients de leurs faiblesses. Il en est de même pour la satisfaction vis-à-vis du travail mais les différences

entre les taux sont un peu moins marquées (bons 70% et faibles 16%). Les moyens se situent entre deux pour les deux items.

De plus, sur l'ensemble des étudiants, les deux items "*J'estime mes résultats*" et "*J'estime mon travail*" sont dépendants (test du Khi-deux, $p_{\text{valeur}}=0$).

		J'estime mes résultats		Total
		Mauvais ou passables	Corrects ou bons	
J'estime mon travail	Très insuffisant ou insuffisant	101	20	121
	Suffisant ou largement suffisant	26	26	52
Total		127	46	173

Tableau de dépendance 2 : Croisement des items J'estime mes résultats et J'estime mon travail

Nous pouvons observer que la plus grande part des étudiants (58% de l'ensemble) ne sont satisfaits ni de leur résultats ni de leur travail. Parmi ces étudiants, 77% sont des étudiants faibles et 22% moyens. Nous conjecturons qu'une partie de ces étudiants auraient une attitude de culpabilité ambitieuse : je voudrais avoir de meilleurs résultats et je me rends responsable de ne pas y arriver. S'y opposent les quelques étudiants qui sont satisfaits de leurs résultats et de leur travail (15% de l'ensemble). Il s'agit essentiellement d'étudiants bons (62%) et moyens (35%). Pour ces deux catégories d'étudiants, nous pouvons faire un rapprochement avec les "figures d'adéquation" décrites par Barrère (1997). Il s'agit en effet d'étudiants pour qui le travail peut être considéré comme sanctionné par l'échec ou au contraire légitimement rémunéré par la réussite scolaire.

Par ailleurs, nous notons deux cas d'étudiants qui considèrent que leurs résultats ne correspondent pas au travail effectué ou vice-versa. Nous pouvons les associer aux figures de dérégulation de Barrère. Il y a d'abord des étudiants qui trouvent leurs résultats corrects mais qui ne sont pas nécessairement convaincus que le travail effectué est suffisant (12% de l'ensemble dont 70% de moyens et 25% de bons). Réciproquement, certains élèves jugent leur travail suffisant ou largement suffisant malgré des résultats mauvais ou passables (15% de l'ensemble). Il s'agit d'étudiants faibles (54%) ou moyens (46%). Ces étudiants nous rappellent la figure du "forçat" de Barrère ou les "laborieux" de Michaut (2013) qui estiment avoir vraiment travaillé mais sans réussir à obtenir des résultats satisfaisants. Cependant, nos données ne nous permettent pas d'aller plus loin dans la détermination de profils précis, une exploration plus détaillée du travail (surtout

en termes de quantité) serait nécessaire afin de tenir compte de la diversité qui existe parmi les étudiants.

2.3 Résultats des étudiants aux concours

En général, les étudiants de D et K visent les écoles de commerces moyennes ou petites, sachant que tous les ans, très peu d'étudiants réussissent à intégrer une grande école. Pour les étudiants de B, les marocains visent souvent les plus grandes écoles et plusieurs réussissent à les intégrer tous les ans, alors que ce n'est presque jamais le cas des non-marocains qui intègrent plutôt des écoles petites ou moyennes ou sont réorientés vers d'autres formations. Ceci est confirmé par les résultats des étudiants aux concours que nous ont transmis les professeurs en fin de chaque année (en Juillet 2013 et 2014 respectivement).

Le tableau ci-dessous résume le nombre d'admissibilités suite aux épreuves écrites par école de commerce⁸⁶ pour chaque classe concernée par notre étude :

ADMISSIBILITÉS	B 2011-2012	B 2012-2013	D 2011-2012	D 2012-2013	K 2011-2012	K 2012-2013
HEC	0	2	0	0	1	0
ESSEC	1	3	0	0	1	0
ESCP	1	4	0	0	1	0
EM-Lyon	4	4	0	1	2	0
EDHEC	3	5	0	0	3	0
ESC - Grenoble	8	11	4	4	2	3
Audencia	3	9	1	3	3	2
ESC - Toulouse	8	10	7	6	5	3
NEOMA Reims - Rouen	3	0	6	7	5	8
KEDGE Bordeaux - Marseille	9	0	16	14	13	11
ICN Nancy - Metz	1	0	26	32	14	22
SKEMA	13	18	12	11	11	8
EM - Strasbourg	13	19	24	27	9	8
Telecom	0	3	14	13	3	7
ESC - Montpellier	9	12	19	18	7	10
ESC - Pau	8	25	12	17	12	17
EM - Normandie	7	25	16	17	2	15
ESC - Dijon	10	10	17	15	5	3
INSEEC	1	23	29	33	7	5
ISC - Paris	7	25	25	19	11	5
ISG	6	2	5	7	4	2
ESC - La Rochelle	1	24	17	17	7	3
ESC - Troyes	1	25	13	13	8	5
ESC - Rennes	10	8	24	28	9	5
ESC - Chambéry	0	0	10	0	2	0

Tableau 13 : Admissibilités par école de commerce suite aux épreuves écrites

⁸⁶ Pour les deux tableaux qui suivent, les écoles de commerce sont rangées par ordre décroissant d'excellence académique d'après le palmarès 2013-2014 du site www.letudiant.fr (cf. chapitre I p.24). Il s'agit des trois écoles de la banque ECRICOME dans l'encadré noir.

Le tableau ci-dessous donne le bilan des admissions finales par école de commerce à la suite des épreuves orales d'admissibilité:

BILAN DES ADMISSIONS FINALES	B 2011- 2012	B 2012- 2013	D 2011- 2012	D 2012- 2013	K 2011- 2012	K 2012- 2013
HEC	0	0	0	0	0	0
ESSEC	1	0	0	0	1	0
ESCP	0	1	0	0	0	0
EM-Lyon	0	1	0	0	0	0
EDHEC	0	1	0	0	1	0
ESC - Grenoble	4	2	4	1	1	2
Audencia	2	4	0	2	0	1
ESC - Toulouse	4	2	2	1	1	0
NEOMA Reims - Rouen	2	2	1	2	1	3
KEDGE Bordeaux - Marseille	1	0	4	4	6	1
ICN Nancy - Metz	1	1	0	2	2	4
SKEMA	1	2	5	3	1	2
EM - Strasbourg	0	0	0	1	1	0
Telecom	0	0	5	0	1	4
ESC - Montpellier	0	4	1	6	1	1
ESC - Pau	0	0	0	0	0	0
EM - Normandie	0	0	0	0	0	4
ESC - Dijon	0	3	0	0	0	0
INSEEC	5	5	7	7	0	2
ISC - Paris	1	9	2	1	2	9
ISG	0	0	0	0	0	0
ESC - La Rochelle	0	0	0	0	0	1
ESC - Troyes	0	0	0	0	0	0
ESC - Rennes	0	0	1	0	0	0
ESC - Chambéry	0	0	0	0	0	0
Redouble	5	2	4	6	1	3
Réorienté	6	6	2	1	6	1

Tableau 14 : Admissions finales par école de commerce suite aux épreuves orales

Comme nous pouvons le constater à B, qui est considérée une des meilleures prépas de la filière T en France, plusieurs étudiants (11) sont admis dans le top 6 des meilleures écoles de commerce pour les deux promotions. Il s'agit en majorité des marocains. C'est

moins le cas des deux lycées de filière S, considérées comme des prépas moyennes, où uniquement la tête de classe intègre les meilleures écoles (1 à 4 étudiants) chaque année. Quelques étudiants (entre 5 et 9) sont admis dans les ECRICOME tandis que la majorité des admissions concerne les autres écoles (moyennes ou petites).

RAPPELS MÉTHODOLOGIQUES

Pour rappel, dans ce qui suit, sauf autre précision, tous les taux que nous évoquons ainsi que ceux qui apparaissent sur les diagrammes à barres désignent le pourcentage cumulé des deux avis les plus positifs/fréquents à l'item en question (pourcentage d'étudiants ayant répondu souvent ou toujours, ou modalités équivalentes précisées), sauf autre précision.

Pour chaque item, les 12 barres du diagramme correspondent aux six classes de notre étude (trois lycées sur deux promotions), avec deux barres par classe, la première représentant les résultats du questionnaire de début de première année préparatoire, qui porte donc sur la fin de la Terminale, la deuxième les résultats du questionnaire de fin de première année préparatoire. Nous utilisons les lettres B, D et K pour désigner les trois lycées respectivement, les lettres T et S pour désigner les deux voies.

Pour les tests d'hypothèse, lorsque la p-valeur est très faible ($<0,001$), le logiciel SPSS indique zéro étant donné que la précision des valeurs est de l'ordre de 10^{-3} maximum. Les tests de McNemar étudient les évolutions entre le début de l'année préparatoire (soit la fin de la Terminale) et la fin de l'année préparatoire. Les tests du Khi-deux d'indépendance sont effectués en fin d'année. Les dépendances signalées avec un signe * indiquent un test du Khi-deux qui a été remplacé par un test exact de Fisher en raison du non-respect de la condition pour les effectifs théoriques (cf. chapitre IV section 4). En général, sauf exception, nous ne tenons pas compte dans nos analyses des évolutions ni des dépendances qui ne sont pas statistiquement significatives.

Rappelons aussi que lorsque nous considérons les étudiants selon leur niveau, il s'agit du niveau en mathématiques en fin d'année préparatoire. Nous qualifions de faible un étudiant ayant une moyenne en mathématiques inférieure à 8/20, de moyen un étudiant ayant entre 8/20 (inclus) et 13/20, de bon un étudiant ayant 13/20 ou plus. Dans les tableaux qui suivent, nous utilisons les sigles suivants pour désigner les étudiants des différents niveaux : "b" pour bon, "m" pour moyen, et "f" pour faible.

Pour chaque sous-thème, l'analyse des résultats se fait selon trois niveaux :

- Un premier niveau d'analyse considère le grand échantillon des étudiants des six classes provenant de trois lycées sur les deux promotions, tous regroupés.
- Ensuite, un second niveau d'analyse examine le détail par voie et/ou par lycée, en tenant compte de la promotion si nécessaire.
- Enfin, un troisième niveau d'analyse examine les liens entre les items.

L'organisation pour chacun des thèmes est globalement la suivante, avec quelques modifications dans certains cas (notamment pour le thème 8 concernant les colles)⁸⁷ :

Introduction du thème

Descriptif du dispositif mis en place dans chaque classe (lorsque pertinent)

Sous thème 1 (un seul item ou regroupement d'items)

5. Pour le grand échantillon (ensemble des six classes)

- Commentaire général
- Évolutions significatives début-fin prépa (test de McNemar)
- Dépendances fin prépa selon niveau, voie, lycée et promotion (test du Khi-deux)

6. Pour les sous groupes (lorsque pertinent - selon la voie et/ou par lycée)

- Commentaire général
- Évolutions significatives début-fin prépa (test de McNemar)
- Dépendances fin prépa selon niveau et lycée d'origine (test du Khi-deux)

7. Croisements des items du sous-thème entre eux et/ou avec des items d'autres sous-thèmes ou thèmes (test du Khi-deux)

8. Interprétations et conjectures (informations complémentaires fournies par les professeurs et étudiants)

Sous thème 2 : idem

Sous thème 3 : idem

...

Synthèse du thème

Il faut signaler que certains items dans la suite présentent des résultats que nous ne pouvons pas interpréter et pour lesquels nous tentons de formuler des conjectures en nous basant sur les informations complémentaires fournies à travers les échanges avec les professeurs et les étudiants. En outre, dans certains cas, nous nous heurtons à des incohérences qui semblent ne pas avoir d'explication rationnelle. Nous sommes alors obligés de supposer que les résultats sont faussés en raison de réponses arbitraires sporadiques de la part de certains étudiants ou simplement incohérents/inexplicables. En effet, comme nous l'avons déjà signalé, un des risques méthodologiques de l'utilisation d'un questionnaire est d'avoir des étudiants qui cherchent à cacher intentionnellement des comportements non-conformes à l'image du "bon" étudiant. De plus, certains peuvent s'ennuyer en complétant un questionnaire long et répondre aléatoirement sans même lire les questions/réponses.

⁸⁷ Cette structure fait que la mise en page pour les chapitres VI à XIII est particulière.

CHAPITRE VI : LA COLLABORATION ENTRE LES ÉTUDIANTS

Un premier thème qui nous intéresse est celui de la collaboration entre les étudiants. Nous émettons l'hypothèse suivante : par comparaison avec l'université, la collaboration est une pratique plus valorisée et encouragée en prépa, ce qui ne correspondrait pas au stéréotype mettant en avant la concurrence entre les étudiants de cette institution.

1. Le lieu de travail

Nous considérons les items suivants (de la catégorie "Habitudes de travail en général") :

- J'ai l'habitude de travailler chez moi ;
- J'ai l'habitude de travailler dans mon établissement ;
- J'ai l'habitude de travailler chez des amis.

J'ai l'habitude de travailler chez moi ; J'ai l'habitude de travailler dans mon établissement ; J'ai l'habitude de travailler chez des amis

Globalement

Dans l'ensemble, à la fin de la première année de classe préparatoire, le lieu de travail le plus commun pour les étudiants est chez eux, avec quelques uns qui travaillent dans l'établissement ou chez des amis.

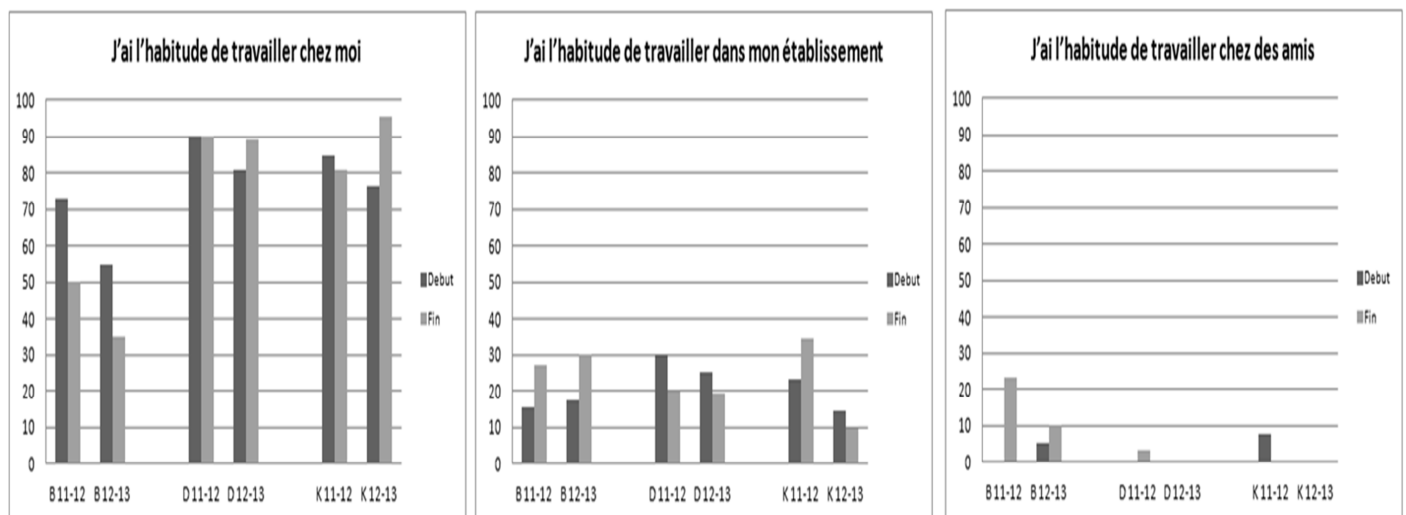


Diagramme en barres 3 : J'ai l'habitude de travailler chez moi

Diagramme en barres 4 : J'ai l'habitude de travailler dans mon établissement

Diagramme en barres 5 : J'ai l'habitude de travailler chez des amis

Pour les trois items correspondants aux diagrammes ci-dessus, il n'y a pas d'évolution significative entre le début et la fin de la première année préparatoire pour l'ensemble des étudiants. En effet, nous pouvons observer des taux proches, avec de faibles écarts dans certains cas, indiquant des comportements similaires entre la fin de la Terminale et la fin de la première année préparatoire.

Néanmoins, nous notons une différence marquée entre les deux voies. En effet, un test du Khi-deux révèle une dépendance⁸⁸ des items "*J'ai l'habitude de travailler chez moi*" et "*J'ai l'habitude de travailler chez des amis*", avec la voie d'une part et le lycée d'autre part (pvaleur=0 partout).

	Répartition selon la voie (pour l'ensemble)		Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)		
Travail chez soi (souvent ou toujours)	T 43%	S 89%	B 43%	D 91%	K 87%
Travail chez des amis (souvent ou toujours)	T 17%	S 1%	B 17%	D 2%	K 0%

Tableau de dépendance 3 : Travail chez soi ; Travail chez des amis

Nous pouvons ainsi voir l'opposition entre les étudiants de voie T d'une part et ceux de voie S d'autre part, sans faire une distinction entre D et K qui ont des taux très proches. En fin d'année, les étudiants de voie S sont très majoritaires à travailler chez eux (89%), et presque personne ne travaille chez des amis (1%). Par contre, les étudiants de voie T travaillent nettement moins chez eux (43%) que ceux de voie S (89%). En revanche, en comparaison avec la Terminale et contrairement aux étudiants de voie S, ils prennent l'habitude de travailler plus souvent chez des amis (17%).

Par ailleurs, un test du Khi-deux révèle une dépendance de l'item "*J'ai l'habitude de travailler chez moi*" avec le niveau des étudiants (pvaleur=0,002).

	Répartition selon le niveau (pour l'ensemble)		
Travail chez soi (souvent ou toujours)	b 71%,	m 88%	f 63%

Tableau de dépendance 4 : Travail chez soi

Nous pouvons noter que les faibles travaillent moins souvent chez eux (63%) que les bons (71%), mais ce sont les moyens qui se distinguent surtout (88%).

⁸⁸ Pour rappel, tous les tests d'indépendance du Khi-deux concernent les résultats en fin d'année.

Enfin, il n'y a pas de dépendance à signaler pour l'item *"J'ai l'habitude de travailler dans mon établissement"*. Quelques étudiants travaillent dans chaque établissement. Le taux moyen est légèrement plus fort pour les étudiants de voie T (28%) comparés à ceux de voie S (20%), ceci s'appliquant aux deux promotions à B et D, mais pas à K.

Selon la voie

Les T

En fin de Terminale, plus de la moitié des étudiants de voie T travaillent souvent ou toujours chez eux : 72% en 2011-2012, et 52% en 2012-2013. Ce taux baisse de façon statistiquement significative en première année de classe préparatoire (baisse d'environ 20%, test de Mc Nemar, pvalue=0,003), pour atteindre en moyenne 43% sur les deux promotions (mais moins en 2012-2013 qu'en 2011-2012).

De façon "complémentaire", plus d'étudiants se mettent à travailler plus souvent dans l'établissement (le taux passe de 13% à 28% en moyenne pour les deux promotions) et chez des amis : en 2011-2012, la hausse de 0% à 22% est statistiquement significative (test de Mc Nemar, pvalue=0,021), elle est moins marquée en 2012-2013 (de 5% à 10%).

Il y a une dépendance entre le fait de travailler chez des amis et le lycée d'origine* d'une part (test du Khi-deux, pvalue= 0,003) et le niveau* d'autre part (test du Khi-deux, pvalue= 0,021).

	Répartition selon le lycée d'origine* (pour les T)		Répartition selon le niveau* (pour les T)		
	Maroc 37%	France 8%	b 25%	m 40%	f 8%
Travail chez amis (souvent ou toujours)					

Tableau de dépendance 5 : Travail chez des amis

En fin d'année, les faibles (tous non marocains sauf un) ne travaillent presque jamais chez des amis (8% disent souvent ou toujours), tandis que parmi les marocains qui sont tous bons ou moyens, le travail chez les amis est plus répandu (37%).

Les S

Il n'y a aucune évolution significative et aucune dépendance significative à signaler pour les étudiants de voie S pour ces trois items.

Que ce soit en Terminale ou en première année préparatoire, il n'y a pas vraiment de différences concernant le lieu de travail privilégié par les étudiants : près de 89% en moyenne travaillent chez eux souvent ou toujours, avec des différences négligeables entre les classes. Cela explique et/ou s'explique par le fait que les étudiants travaillent très peu dans l'établissement : en moyenne uniquement 20% travaillent souvent ou toujours dans

l'établissement en fin d'année, avec une légère baisse à D par rapport à la Terminale au cours des deux années et une légère hausse à K en 2011-2012 puis une baisse en 2012-2013. Les taux des étudiants de voie S qui travaillent chez eux et dans l'établissement sont "complémentaires" : une baisse de l'un pour un lycée sur une année est accompagnée par la hausse de l'autre pour cette même classe. De plus, le travail chez des amis est inexistant.

Interprétations et conjectures

En Terminale, les étudiants travaillaient en grande majorité chez eux ; cela reste le cas en fin de prépa pour la plupart des étudiants. Pour les étudiants de voie S, ils travaillent presque toujours tous chez eux (89%), peu dans l'établissement (20%), mais pas chez des amis. Néanmoins, pour les étudiants de voie T, le travail chez soi perd en popularité au cours de la première année de prépa (43%) pour laisser la place au travail dans l'établissement qui devient plus répandu (28%), et même au travail chez les amis (17%) qui semble plus fréquent parmi les marocains.

Ces résultats laissent penser que le lieu de travail choisi par les étudiants est en grande partie en rapport avec leur lieu d'hébergement. Comme nous l'avons déjà évoqué (cf. chapitre I section 3), les données officielles fournies par le ministère de l'éducation nationale montrent que, même si les étudiants viennent majoritairement du même département que le lycée ou de départements adjacents, ils restent assez éparpillés géographiquement. Ceci pourrait expliquer le fait que les étudiants ne travaillent pas chez des amis, sans oublier que les amis ne sont pas forcément les camarades de classe en prépa qui font les mêmes études et avec qui on peut travailler, contrairement à la Terminale, comme le précisent Daverne et Dutercq (2013). En outre, certains étudiants doivent effectuer de longs trajets quotidiens, malgré l'effort que font les lycées d'habitude lors de la sélection des dossiers afin d'éviter une telle situation. Les professeurs nous expliquent que le lieu d'hébergement est un facteur décisif dans le recrutement d'un étudiant, au point même de repousser un bon dossier afin d'éviter des déplacements fatigants : « *dans notre recrutement, la province géographique on essaye d'éviter, on essaye d'exclure autant que possible des gens même qui ont un dossier correct mais qui ont besoin de deux heures de transport aller et retour, on peut pas les recruter parce qu'on pense à eux tout simplement.* » (Z.H.). Ceci relève de la composante productrice de Darmon (2013), l'institution soucieuse du bien-être des étudiants cherche à créer des conditions de travail adéquates afin de maximaliser leur productivité. L'éloignement géographique expliquerait donc que ces étudiants ne restent pas travailler dans l'établissement après les cours, les journées étant déjà assez longues. De plus, les journées chargées avec peu de créneaux libres laissent peu de temps aux étudiants afin de travailler sur place (dans l'établissement) pendant la journée. Ainsi, il semble raisonnable

que les étudiants soient tellement nombreux à travailler presque tout le temps chez eux et plus rarement dans l'établissement.

Les conditions de travail dans l'établissement peuvent aussi être un facteur déterminant. Par exemple, le professeur à K nous explique qu'un partenariat a été établi entre le lycée et une école de commerce qui se situe juste à côté, permettant aux étudiants d'accéder à la bibliothèque pour travailler loin du bruit de l'établissement. De plus, les étudiants ont libre accès pour travailler dans la salle de classe qui est à leur disposition, « *ils ont la clef et tout* ». Toutefois, il semble qu'uniquement quelques étudiants profitent de ces deux lieux, contrairement à ce qu'il espérait.

Par ailleurs, nous observons une situation particulière à B, où les étudiants de voie T sont moins nombreux à travailler souvent ou toujours chez eux, ceci depuis la Terminale, alors qu'une proportion non négligeable comparée à ceux de voie S travaille chez des amis. Il s'avère qu'il s'agit surtout des étudiants marocains, comme le montre la dépendance selon l'origine des étudiants, tandis que les choix du lieu de travail des autres étudiants non marocains sont plutôt semblables à ceux des étudiants de voie S, sans doute pour les raisons évoquées précédemment. Nous apprenons par le professeur à B et une étudiante interviewée que parmi ces étudiants marocains, plusieurs se connaissent depuis le lycée et sont déjà amis (mais pas tous étant donné qu'il y a plusieurs classes et même plusieurs sections dans leur lycée d'origine). H.C. nous confirme que des affinités naissent au sein de ce groupe même si tous ne se connaissent pas depuis le lycée. De plus, ils habitent souvent ensemble ou à proximité les uns des autres, dans des foyers pour les étudiants étrangers par exemple. Il est alors possible d'expliquer le taux d'étudiants qui travaillent chez des amis pour ce groupe, le distinguant ainsi de tous les autres étudiants des trois lycées.

2. La collaboration

Nous considérons les items suivants (de la catégorie "Habitudes de travail en général") :

- L'entraide avec mes camarades de classe est aussi déterminante pour ma réussite que mon travail personnel (valorisation de l'entraide⁸⁹) ;
- J'ai l'habitude de travailler en groupe/avec des amis/collègues (travail en groupe).

L'entraide avec mes camarades de classe est aussi déterminante pour ma réussite que mon travail personnel

Pour cet item il s'agit du taux cumulé de ceux qui ont répondu "plutôt d'accord" ou "totalement d'accord".

⁸⁹ Forme abrégée de l'item utilisée dans la suite afin de raccourcir les tournures des phrases.

Globalement

Il est clair que l'entraide avec les camarades de classe est fortement valorisée par de nombreux étudiants de classe préparatoire.

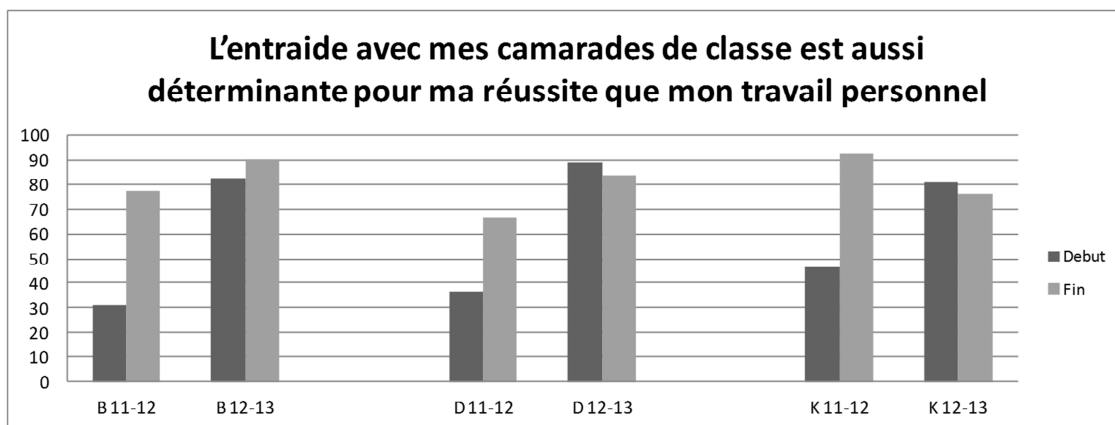


Diagramme en barres 6 : L'entraide avec mes camarades de classe est aussi déterminante pour ma réussite que mon travail personnel

En effet, à la fin de l'année, les étudiants des deux voies sont majoritairement d'accord avec l'affirmation "L'entraide avec mes camarades de classe est aussi déterminante pour ma réussite que mon travail personnel" : en moyenne, environ 80% des étudiants affirment être plutôt ou totalement d'accord avec l'affirmation. Ceci est valable pour les trois lycées et les deux promotions d'étudiants, malgré de faibles écarts.

Considérons les évolutions des taux au cours de l'année préparatoire. Pour la promotion 2011-2012, ce taux est significativement à la hausse du début à la fin de l'année pour les trois lycées (test de Mc Nemar, p -valeur=0 pour l'ensemble). Ce n'est pas le cas pour la promotion 2012-2013 pour laquelle, dans les trois lycées, le taux de début d'année est déjà d'environ 83%. Qu'elles soient à la hausse (voie T) ou à la baisse (voie S), les variations de la promotion 2012-2013 sont alors très faibles (statistiquement non significatives) et les trois lycées ont des taux proches.

Pour cet item, il n'y a pas de dépendance à signaler pour l'ensemble. Nous constatons des différences (non significatives) des taux de fin d'année entre les lycées et pour les deux promotions, avec une valeur particulière : un taux à D 2011-2012 (67%) nettement plus faible qu'ailleurs.

Par ailleurs, nous notons une dépendance entre la valorisation de l'entraide et le niveau* des étudiants de voie S (test du Khi-deux, p -valeur=0,032).

	Répartition selon le niveau* (pour les S)		
Valorisation de l'entraide (plutôt ou totalement d'accord)	b 55%,	m 83%	f 83%

Tableau de dépendance 6 : Valorisation de l'entraide

Nous notons que la valorisation de l'entraide est moins présente chez les bons que les moyens et faibles en voie S, mais elle reste majoritaire partout.

Ce n'est pas le cas des étudiants de voie T pour lesquels il n'y a pas vraiment de différence entre les étudiants de différents niveaux.

Nous devons préciser que les bons étudiants sont très peu nombreux en voie S (moins de 10% en moyenne par classe, sauf pour K en 2011-2012 où ils représentent 19% de la classe). Il faut donc relativiser les résultats qui concernent ces étudiants dans la suite.

J'ai l'habitude de travailler en groupe/avec des amis/collègues

Pour cet item il s'agit du taux cumulé de ceux qui ont répondu "assez régulièrement" ou "régulièrement".

Globalement

Il semble que le travail en groupe soit moyennement répandu en classe préparatoire.

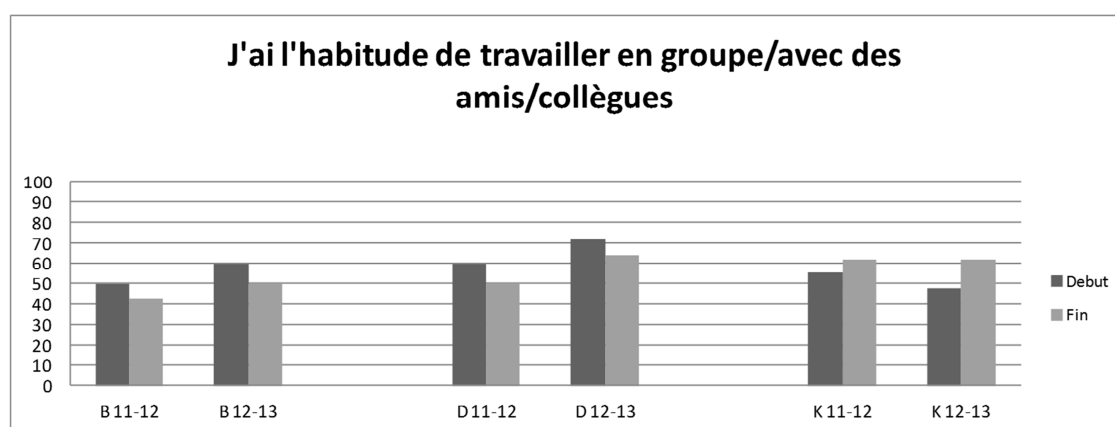


Diagramme en barres 7 : J'ai l'habitude de travailler en groupe/avec des amis/collègues

Pour cet item, il n'y a aucune évolution significative entre le début et la fin de la première année préparatoire pour l'ensemble des étudiants. En effet, nous pouvons observer presque les mêmes taux en début et fin d'année (évolutions non significatives d'environ 10%), avec de faibles différences entre les lycées.

De plus, il n'y a pas de dépendance à signaler pour cet item. Nous pouvons cependant noter que le travail de groupe est plus répandu parmi les étudiants bons ou moyens (en moyenne 63% sur l'ensemble) que les faibles (48%). Il est aussi possible de signaler une différence entre les deux voies. En moyenne sur les deux promotions, environ 45% des étudiants de voie T affirment travailler régulièrement ou assez régulièrement en groupe à la fin de l'année. Ce taux est d'environ 60% pour ceux de voie S.

Selon la voie

Les T

Pour les étudiants de voie T, le taux de ceux qui travaillent en groupe baisse d'environ 10% au cours de l'année pour les deux promotions (baisse non significative), avec des taux de départ et de fin plus forts en 2012-2013 qu'en 2011-2012.

Il n'y a pas de dépendance statistique pour cet item pour les T, mais il semble que les étudiants marocains (qui sont tous bons ou moyens) favorisent le travail en groupe (62% affirment travailler régulièrement ou assez régulièrement en groupe) tandis que les non marocains ont plus tendance à s'isoler (40% pour travail en groupe).

Les S

Pour les étudiants de voie S, les variations (toutes non significatives) du taux de ceux qui travaillent en groupe se font dans des sens opposés à D et K. Nous observons systématiquement sur les deux promotions une légère baisse pour D, donc une pratique qui devient moins répandue qu'en Terminale, contrairement à K où se produit une légère hausse. Toutefois, les taux en fin d'année s'homogénéisent autour de 60% dans les deux lycées.

Il n'y a pas de dépendance statistique pour cet item pour la voie S non plus, mais nous observons que les bons en 2011-2012 et les moyens en 2012-2013 sont respectivement plus nombreux que les autres à travailler plus régulièrement en groupe, mais moins les faibles pour les deux promotions (54%).

Lien entre le travail de groupe et le travail chez des amis

Il semble que le fait de travailler en groupe et le fait de travailler chez des amis soient liés. En effet, nous notons une dépendance entre ces deux items, sur l'ensemble des étudiants (test du Khi-deux, p-valeur=0,010).

		Travail en groupe		Total
		jamais ou rarement	assez régulièrement ou régulièrement	
Travail chez des amis	jamais ou parfois	73	76	149
	souvent ou toujours	1	10	11
Total		74	86	160

Tableau de dépendance 7 : Croisement des items J'ai l'habitude de travailler chez des amis et J'ai l'habitude de travailler en groupe/avec des amis/collègues

Parmi les rares étudiants qui travaillent souvent ou toujours chez des amis, presque tous (10 étudiants parmi 11) travaillent aussi assez régulièrement ou régulièrement en groupe, ce qui n'est pas surprenant. Tandis que ceux qui ne travaillent pas ou peu chez des amis (jamais ou parfois) sont répartis de façon quasi-égale entre travailler ou non en groupe.

Lien entre le travail de groupe et la valorisation de l'entraide

Il y a une dépendance statistique entre les items concernant le travail de groupe et l'entraide avec les camarades (test du Khi-deux, pvalue=0,004).

		Valorisation de l'entraide		Total
		pas du tout ou plutôt pas d'accord	plutôt ou totalement d'accord	
Travail en groupe	jamais ou rarement	21	60	81
	assez régulièrement ou régulièrement	10	86	96
Total		31	146	177

Tableau de dépendance 8 : Croisement des items J'ai l'habitude de travailler en groupe/avec des amis/collègues et L'entraide avec mes camarades de classe est aussi déterminante pour ma réussite que mon travail personnel

La plus grande proportion est pour ceux qui sont plutôt ou totalement d'accord avec l'affirmation sur l'importance de l'entraide avec les camarades pour la réussite et qui travaillent assez régulièrement ou régulièrement en groupe (48% de l'ensemble). Mais il y a aussi un tiers des étudiants (34%) qui valorisent l'entraide sans travailler en groupe.

Interprétations et conjectures

Ce que disent et font les professeurs quant à l'entraide

Pendant les entretiens, les professeurs confirment qu'ils détectent une entraide entre les étudiants de leur classe : « *en classe j'en vois assez souvent qui s'entraident* » (H.C.) ; « *[il y a] des étudiants qui étaient bien bosseurs et qui avaient un bon niveau, qui était éparpillés et mélangés, donc qui aidaient du coup un peu les autres. [...] L'entraide ça compte et ils en sont conscients* » (Z.H.). L.D. croit que les étudiants sont capables de s'entraider puisqu'ils sont « *très ouverts d'esprits et très sociables* ». Il décrit ses classes comme étant « *unie[s] avec une bonne ambiance générale* », qui n'est pas affectée par l'existence de plusieurs groupes d'amitiés et d'affinités. Il nous donne l'exemple de deux groupes de quatre étudiantes chacun qui se sont organisées toutes seules pour louer des appartements hors de Paris afin d'y passer tout le mois du concours. De plus, les professeurs essaient à leur tour d'encourager l'entraide et d'en assurer les conditions favorables. Par exemple, Z.H. nous explique que lors de la sélection de dossiers pour le recrutement des étudiants, les professeurs essaient autant que possible de recruter « *des élèves qui ont une volonté de travailler, travailler ensemble aussi si possible, et ne pas bavarder tout le temps* », ce qui renvoie à ce que dit Darmon (2013) : « *la recherche d'énergie individuelle est la seule qui permettra d'agir sur l'énergie du collectif* » (p.34). De son côté, L.D. promeut les moindres gestes qui favorisent l'entraide. Par exemple, Il incite les étudiants à « *se faire réveiller le matin/partir au lycée (ça a l'air ridicule mais nous essayons à tout prix de lutter contre les absences, les retards...)* ».

Le rôle de l'entraide pour les étudiants

Dans nos échanges avec les étudiants, ces derniers défendent l'entraide au sein de la classe, ils sont conscients de l'impact de l'ambiance qu'elle crée sur leur travail : « *s'entraider améliore le niveau général et l'ambiance de la classe, ce qui nous permet de progresser tout en s'épaulant* » (étudiante de K) ; « *je pense que dans la classe tout le monde est conscient qu'une bonne ambiance et de bons rapports entre chacun sont nécessaires pour réussir* » (étudiant de D) ; « *l'entraide nous permet de ne pas laisser un élève en difficulté dans la solitude* » (étudiant de B) ; « *chacun aide l'autre s'il le peut* » (étudiante de D) ; « *c'est ce qui nous mène vers la réussite* » (étudiante de D). Certains ont même intériorisé le discours de leurs professeurs mot-à-mot même. Par exemple, un étudiant de D reprend exactement la même phrase que son professeur Z.H. qui cite à son tour le professeur de deuxième année F.J. : « *les profs nous le répètent, les années où ça intègre le plus sont les années où il y a une bonne ambiance de classe* ». Nous cherchons alors à comprendre ce que les étudiants appellent entraide.

Les formes de l'entraide

Il est commun d'associer l'entraide entre les étudiants au travail collaboratif. Or, nous notons que les taux de l'item sur l'entraide pour l'ensemble des étudiants et par classes

sont nettement supérieurs à ceux de l’item sur le travail de groupe. De plus, le croisement de ces deux items nous mène à penser que l’entraide ne se traduit pas forcément toujours par un travail formel en groupe. Les propos des étudiants confirment notre hypothèse : *« c’est pas vraiment ce qu’on peut appeler le travail de groupe »* (étudiante de B) ; *« je n’ai pas l’impression que beaucoup travaillent en groupe et paradoxalement je trouve notre classe assez solidaire »* (étudiante de K) ; *« le fait de travailler plutôt seul n’enlève rien à la nécessité pour moi et mes camarades de maintenir une ambiance collégiale, même si nous sommes en prépa »* (étudiant de D). Ils expliquent alors que cette entraide se manifeste sous différentes formes. Dans certains cas, elle prend une forme académique : *« dès qu’un camarade est absent, les cours lui sont fournis sans la moindre hésitation »* (étudiant de K) ; *« je sais que je rédige bien les exercices mathématiques donc certains élèves regardent mes copies et me posent des questions pour que je les aide à progresser dans la rédaction »* (étudiante de D) ; *« il n’est pas rare qu’il y ait des demande de prêt d’un DM, d’exercices de tous genres »* (étudiante de K). Toutefois, son poids et son impact résident dans le fait qu’elle s’étend à tous les aspects non-académiques du quotidien des étudiants, tel que le fait de manger ensemble le soir, de faire une activité ensemble pour décompresser, d’appeler quelqu’un *« quand on pleure le soir »* (étudiante de K), de pousser un étudiant insomniaque et qui mange peu à dormir et manger, de forcer quelqu’un à *« se bouger »* quand il/elle ne veut pas venir manger au lycée ou qu’il/elle n’a pas la force de se lever le matin ... Une étudiante de K affirme que *« le fait de partager avec les autres élèves autre chose que le cours [leur] fait à tous du bien »* et une étudiante de D dit *« on sait qu’on va passer la journée avec des personnes que l’on aime, alors ça va mieux »*. Ainsi, cette entraide prend aussi la forme d’un soutien moral et d’une source de motivation qui poussent les étudiants à persévérer et leur permettent de mieux gérer le stress de la prépa : *« si je n’avais pas été soutenue par les amies de ma classe, si je n’avais pas été accompagnée dans les moments difficiles par elles, j’aurais abandonné depuis longtemps »* (étudiante de K) ; *« lorsqu’un camarade est découragé, il est remotivé par le groupe »* (étudiant de D) ; *« on s’entraide dans les moments durs, quand on n’a pas le moral »* (étudiante de K) ; *« les autres élèves sont pour nous une présence réconfortante »* (étudiante de D) ; *« on se motive quand il y a un coup de mou, on se félicite quand les notes sont bonnes »* (étudiant de B) ; *« quand une colle s’est mal passée, on trouve toujours dans la classe une épaule sur laquelle pleurer »* (étudiante de D).

Nous postulons que si l’entraide ne se réduit pas aux formes visibles du travail, le travail de groupe est d’habitude plutôt centré sur le travail disciplinaire. Dans ce qui suit, nous cherchons à déterminer les caractéristiques de ce travail de groupe répandu dans les classes concernées par notre étude.

Ce que les étudiants appellent travail de groupe

Dans les propos des étudiants lors des échanges par mail et entretiens, nous repérons des tendances globales quant au travail collaboratif, malgré les différences personnelles qui existent. En effet, la première réaction chez la majorité des étudiants lorsqu'on évoque le travail de groupe est de dire qu'ils n'en font pas ou peu. Ensuite, il devient plus clair que cela dépend de ce que les étudiants entendent par travail en groupe. Pour la plupart, il ne s'agit pas d'un groupe de travail établi et organisé qui fonctionne sur des créneaux prédéterminés, mais d'une coopération informelle qui prend des formes variables selon les situations, et qui a lieu plutôt occasionnellement. Les étudiants disent qu'il est commun de travailler avec les autres pour les DM, surtout lorsque le niveau est difficile comme le signalent plusieurs étudiants : *« il arrive souvent qu'on se réunisse par groupe de 4 ou 5 personnes pour s'y atteler et fournir un travail plus productif »* (étudiant de K). De plus, certains étudiants préparent leurs colles avec leurs binômes ou trinômes, mais il est moins commun de travailler à plusieurs pour préparer un DS. Il s'agit en général d'échanges autour du travail à faire, de discussions concernant un exercice difficile, plutôt que de résolution collective : *« pour les DM, on ne les fait pas réellement ensemble, maintenant si quelqu'un a trouvé une question que personne a trouvée on se donne la réponse et on s'aide »* (étudiante de K). Il est aussi commun de fournir des explications aux autres autour de points du cours incompris, de répondre aux questions et d'en poser de temps en temps, sans que cela ne prenne la forme d'un réel travail de groupe : *« ça reste un travail largement collectif où chacun va d'une table à l'autre »* (étudiant de D) ; *« on sait qu'on peut compter les uns sur les autres pour se faire expliquer »* (étudiant de B) ; *« tout le monde est disposé à nous répondre »* (étudiant de K) ; *« si quelqu'un ne comprend pas un élément du cours, ce qui est assez fréquent en maths, il y aura toujours une ou plusieurs personnes qui l'aideront volontiers »* (étudiante de K) ; *« bien sûr, si quelqu'un bute sur quelque chose, il demande de l'aide »* (étudiante de B). Dans certains cas, les étudiants travaillent "physiquement" à plusieurs dans un même endroit sans pour autant réellement travailler ensemble : *« ces petits groupes ne sont pas des moments d'échanges particuliers, chacun fait ce qu'il a à faire »* (étudiant de K) ; *« le groupe se caractérise davantage par les individualités que par un travail homogène ensemble »* (étudiante de K).

Ce que disent et font les professeurs quant au travail de groupe

De leur côté, les professeurs confirment observer un travail de groupe entre les étudiants, notamment pour les DM et les colles, pratique qu'ils encouragent usuellement. Z.H. voit par exemple les étudiants discuter en groupes de colles dans les couloirs avant les colles pendant qu'ils préparent leurs colles. De plus, pendant les TD, lorsque les étudiants sont en demi-groupes, il autorise le travail collaboratif lors de la résolution d'exercices : *« en TD ça discute, je tolère un certain niveau sonore qui est quelques fois plus élevé que ce qui serait sain pour un travail dans le calme, mais je tolère parce que pour moi ça*

échange. Donc c'est dans ce sens que je permets un travail de groupe». Il identifie les étudiants qui travaillent vraiment ensemble et ceux qui bavardent. Il repère alors des groupes de travail stables qu'il caractérise en fonction de leur niveau en mathématiques : *« des bosseurs faibles, des bosseurs de niveau normal, [...] des bons dispersés dans les différents groupes, pas de groupe leader »*, ce qui rappelle un résultat de Daverne et Dutercq (2013) qui trouvent que certains étudiants choisissent leurs camarades de classe pour le travail collaboratif en fonction du niveau. Il identifie aussi des groupes d'étudiants qui se sont mis ensemble *« par affinité, parce qu'ils s'entendaient bien, ils discutaient ensemble et voyaient qu'ils avaient le même point de vue sur le travail qu'ils étaient censés fournir »*. En dehors des TD et à part les conseils généraux de début d'année qui visent à aider les étudiants à s'organiser et qui encouragent le travail de groupe, Z.H. n'a pas démarche particulière pour soutenir le travail de groupe : *« je ne leur répète pas tout le temps de travailler en groupe, je pourrai effectivement »*. Selon lui, *« ça se fait tout seul suivant les affinités, c'est la dynamique globale de la classe et ça prend chez eux et on l'encourage, ou ça ne prend pas et c'est dur à créer »*.

L.D. adopte la même stratégie que Z.H. lors des TD, il n'intervient pas du tout, laissant les étudiants travailler en petits groupes pendant de la résolution des exercices. Il nous explique que les étudiants se groupent d'eux-mêmes, mais qu'il réaménage certains groupes mal formés de façon à avoir des étudiants de niveaux équivalents qui travaillent ensemble en évitant qu'un faible se retrouve dominé par ou dépendant d'un bon par exemple. En dehors des TD, il incite les étudiants à travailler ensemble pour chercher les DM (*« je ne les pénalise pas s'ils ont des copies proches, [...] ils savent que je serai plutôt d'accord et motivé »*) et pour s'expliquer le cours par exemple. Il repère des binômes et trinômes de travail qui correspondent quelque fois aux groupes de colles. De plus, pour les étudiants faibles, il essaye de *« fortement les inciter à se joindre à des camarades pour travailler au lycée ou à la bibliothèque »*. Pendant l'entretien, L.D. affirme qu'il pensait que plus d'étudiants travaillaient en groupe.

Enfin, H.C. confirme que certains de ses étudiants travaillent en groupe. Il évoque l'exemple de deux filles *« copines depuis toujours »* qui habitent dans le même immeuble et *« qui travaillent authentiquement ensemble »*. Les étudiants de voie T concernés par notre étude n'ont pas de séances de TD (restriction budgétaire au lycée B). Mais H.C. encourage ses étudiants à préparer, voire rendre, un DM à deux ou trois puisqu'il pense que ça leur permet de gagner du temps et de s'entraider : *« je leur dis si vous faites une rédaction, faites que ce soit la votre, ne prenez pas le temps juste pour une question de note de recopier le devoir du voisin, ça n'a aucune espèce d'intérêt, mais si vous voulez mettre trois noms sur une feuille si vous avez travaillé ensemble votre devoir pour moi ça n'a aucun inconvénient »*.

Les avantages du travail de groupe

Les étudiants évoquent les nombreux avantages du travail de groupe. En premier lieu, c'est une source de motivation au travail : *« c'est sûr que le fait de travailler avec quelqu'un qui a compris le sujet est plus simple et plus pratique que de rester chez soi à broyer du noir devant la copie »* (étudiant de B) ; *« la présence de l'autre et le voir travailler est vraiment stimulante pour moi dans mon travail personnel »* (étudiant de D) ; *« le travail de groupe permet de motiver ceux qui ne travailleraient pas forcément à la maison »* (étudiante de K) ; *« cela me permet de rester concentrée plus longtemps que quand je travaille seule »* (étudiante de B). Ensuite, c'est l'occasion d'obtenir des explications supplémentaires : *« cela me permet souvent de mieux comprendre ce qui nous est demandé dans les exercices [de DM] »* (étudiante de D) ; *« les explications de mes camarades m'aident parfois à mieux comprendre le cours que les explications du professeur »* (étudiant de D). Enfin, c'est un moyen pour tester sa propre compréhension : *« quand on expliquait aux gens, j'ai remarqué on comprenait mieux en fait [...] quand on reformule du coup on comprend super bien un truc qu'on avait moyennement bien compris »* (étudiante de D) ; *« mettre en commun ce qu'on a réalisé avec les autres est un bon moyen de comparer différentes réflexions qui peuvent amener à mieux comprendre des notions, forger l'esprit d'équipe »* (étudiant de K).

Les raisons pour ne pas travailler en groupe

Si le travail de groupe est assez répandu dans l'ensemble, il y a quand même 40% des étudiants de voie S et 55% de ceux de voie T qui ne travaillent pas ou peu (jamais ou parfois) en groupe. Ces taux s'expliquent par les différentes raisons que donnent les étudiants pour ne pas travailler en groupe.

Les étudiants profitent des pauses déjeuner et des rares créneaux libres dans leurs journées chargées pour "travailler avec les autres", en binôme ou à plusieurs : *« il nous est arrivé de nous réunir le midi et de travailler [le DM] sur le tableau pour que chacun comprenne »* (étudiant de K) ; *« on profite des pauses déjeuner pour se montrer les devoirs »* (étudiante de D). Par contre, il est moins fréquent de rester après les cours ou de se retrouver en dehors du lycée pour travailler. Les étudiants sont nombreux à dire qu'ils travaillent seuls chez eux pour des raisons de commodité (horaires et déplacements) : *« le travail en groupe est difficile à mettre en place dû aux horaires de cours car certaines personnes ont un long trajet à faire pour rentrer chez eux »* (étudiant de D) ; *« les élèves de notre classe vivent dans des villes qui peuvent être diamétralement opposées, ce qui peut donc permettre d'expliquer qu'après les cours ou le weekend, il soit difficile pour nous de travailler ensemble »* (étudiant de K). Nous notons que cependant le taux d'étudiants qui déclarent travailler chez des amis et/ou dans l'établissement est partout nettement inférieur au taux de ceux qui disent travailler en groupe, surtout en voie S.

Nous nous demandons alors pour certains étudiants qui disent travailler souvent ou toujours en groupe où ils le font.

Toutefois, l'éloignement géographique n'est pas la seule raison qui explique l'absence de travail de groupe. Certains étudiants préfèrent ne pas travailler en groupe afin d'éviter la distraction et la perte de temps courantes lors d'un travail collectif : « *en groupe il est beaucoup plus tentant de ne pas travailler. On arrive vite à être déconcentré et à parler de tout à fait autre chose que du cours* » (étudiante de K) ; « *j'ai du mal à trouver la concentration en travaillant en groupe, je préfère donc travailler dans mon coin et demander éventuellement de l'aide à mes camarades via les réseaux sociaux ou par mail* » (étudiant de K) ; « *certains élèves ont peur d'être perturbés [...], à un certain moment on fait autre chose que travailler* » (étudiant de D) ; « *[on a] toujours envie de parler d'autre chose, de rire* » (étudiant de B). De plus, quelques étudiants évoquent explicitement des méthodes de travail différentes ou méthodes non-acquises par certains qui empêchent un travail collaboratif réussi : « *on travaille rarement ensemble, on n'avance pas au même rythme, on n'a pas forcément besoin de travailler les mêmes choses* » (étudiante de D) ; « *nous nous sommes constitué une méthode de travail bien à nous et qui est différente selon chacun d'entre nous* » (étudiant de K) ; « *je me trouve beaucoup plus efficace quand je travaille seule, j'avance à mon rythme, sans être influencée ou démotivée par ceux qui avancent plus vite que moi* » (étudiante de K) ; « *je pense que travailler seul permet de donner une certaine autonomie du travail* » (étudiante de D) ; « *nous n'avons pas encore développé le réflexe de travailler en groupe pour gagner du temps. Je crois que ce n'est pas un refus de travailler avec les autres, mais seulement une manière de s'organiser que nous ne connaissons pas [au lycée] et dont ne nous ne voyons pas encore l'avantage* » (étudiant de K). Lors de notre entretien avec les deux étudiants de K, ils nous ont dit qu'ils trouvaient plus utile de travailler en groupe pour l'histoire ou la philosophie par exemple que pour les mathématiques, en attribuant cela à « *la façon de faire* » spécifique à chaque discipline, au fait de pouvoir « *poser des questions sur des connaissances* » dans les autres disciplines tandis qu'en mathématiques il s'agit plutôt que de « *la manière de faire un exercice* » par exemple, « *c'est moins évident* ».

Il faut signaler qu'un seul étudiant (parmi les 8 qui se sont exprimés à ce sujet à travers les échanges par mail et les 4 interviewés) mentionne la compétitivité ou la concurrence comme un des obstacles au travail de groupe. D'ailleurs, comme nous l'avons déjà évoqué (cf. chapitre V), tous les professeurs rejettent et découragent la compétition : Z.H., comme son collègue de deuxième année, tient un discours qui condamne la compétition ; L.D. insiste qu'il ne faut pas confondre la compétition découragée avec l'ambition indispensable et manquante chez ses étudiants ; H.C. confirme que de toute façon, il n'y a pas de compétition dans ses classes grâce à/en raison de l'écart qui existe

entre les marocains et les non-marocains. Un étudiant de D nous confirme que la compétition ne se ressent pas dans la classes : *« nous ne parlons que rarement de compétition, personne ne se vante de ses notes, ou bien si ces sujets sont abordés dans nos discussions, c'est toujours avec humour »*.

3. Les discussions entre les étudiants entre deux cours

Nous considérons les items suivants (de la catégorie "Entre deux cours") :

- Je discute du cours avec d'autres élèves, ça m'aide à apprendre et à comprendre le cours (discussions du cours) ;
- Je discute avec d'autres élèves des exercices qui sont à faire à la maison (discussions des exercices).

Je discute du cours avec d'autres élèves, ça m'aide à apprendre et à comprendre le cours⁹⁰ ; Je discute avec d'autres élèves des exercices qui sont à faire à la maison

Globalement

Sur l'ensemble, les discussions entre deux cours semblent être moyennement répandues parmi les étudiants. Néanmoins, il existe des différences entre les deux voies et entre les lycées.

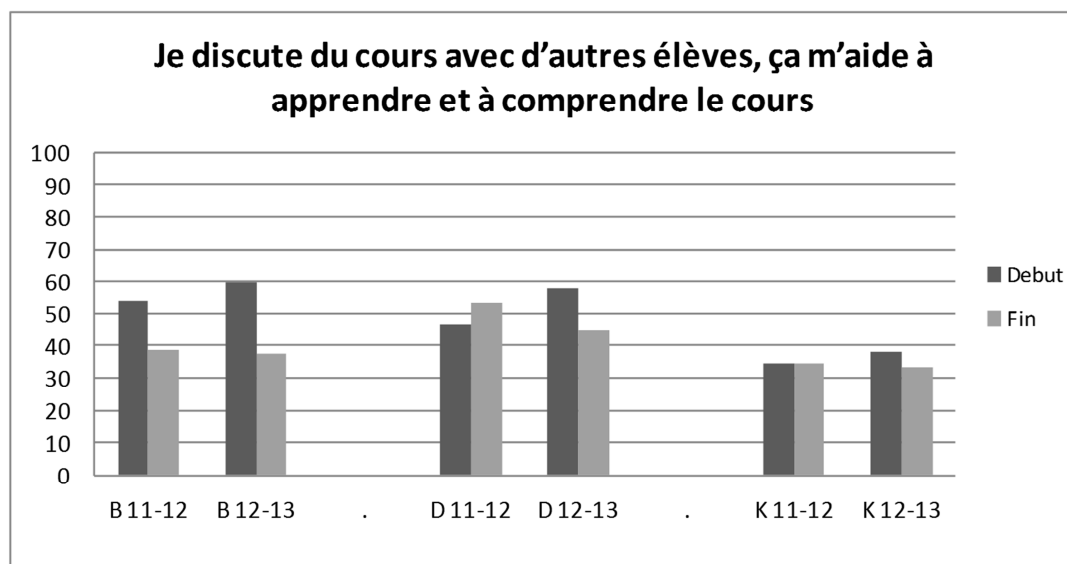


Diagramme en barres 8 : Je discute du cours avec d'autres élèves, ça m'aide à apprendre et à comprendre le cours

⁹⁰ Il faut signaler l'éventuelle ambiguïté de cet item en raison de la deuxième partie de la phrase *"ça m'aide à apprendre et à comprendre le cours"*. Nous nous rendons compte a posteriori que cet item aurait dû être séparé en deux items. Toutefois, nous ne tenons pas compte de cela dans la suite pour l'analyse.

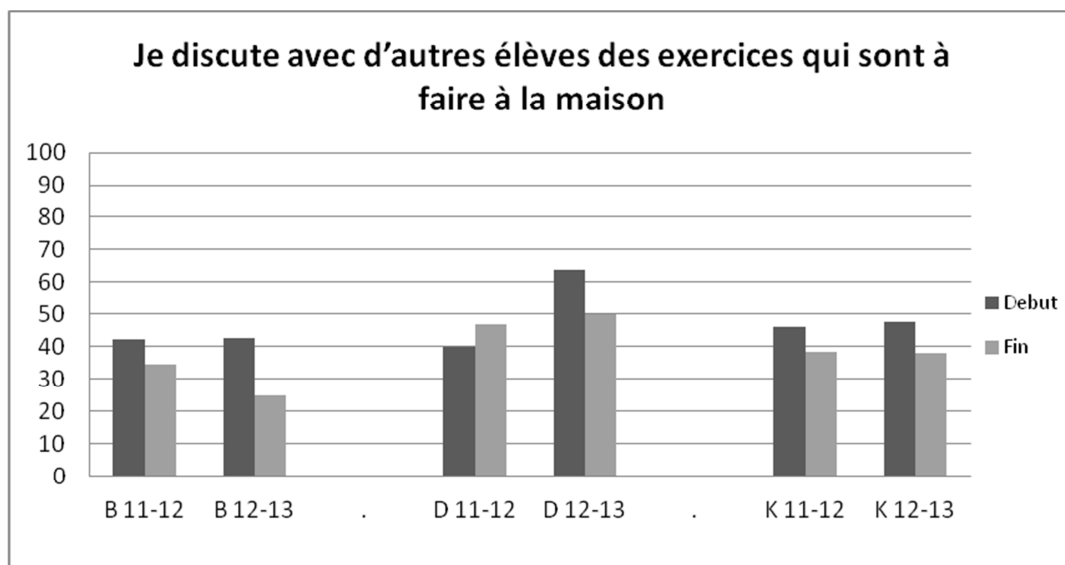


Diagramme en barres 9 : Je discute avec d'autres élèves des exercices qui sont à faire à la maison

Pour ces deux items, il n'y a pas d'évolution significative entre le début et la fin de la première année préparatoire pour l'ensemble des étudiants. Les taux (de début et de fin d'année) sont très différents entre les lycées pour les deux items, nous considérons chaque cas séparément dans la suite.

Par ailleurs, un test du Khi-deux révèle la dépendance de l'item "*je discute avec d'autres étudiants des exercices qui sont à faire à la maison*" avec la voie d'une part (p-valeur=0,028) et le lycée d'autre part (p-valeur=0,045).

Discussions des exercices (souvent ou toujours)	Répartition selon la voie (pour l'ensemble)		Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)		
	T 30%	S 44%	B 30%	D 48%	K 38%

Tableau de dépendance 9 : Discussions des exercices

Ainsi, étant donné que les étudiants des trois lycées n'ont pas du tout le même comportement vis-à-vis des discussions avec les autres entre deux cours, nous considérons chaque cas seul.

Selon la voie et/ou le lycée

Les T

Pour les étudiants de voie T, les discussions avec les autres étudiants entre deux cours pour le cours et pour les exercices sont moins fréquentes à la fin de l'année en classe préparatoire qu'en terminale. En effet, sur les deux promotions et pour les deux items, nous notons que durant l'année, la proportion de ceux qui discutent avec les autres baisse, sachant que la seule baisse statistiquement significative est celle de 2012-2013 pour la discussion du cours (baisse de 22%, test de McNemar, $p_{\text{valeur}}=0,023$).

De plus, les discussions à propos des exercices à faire à la maison sont moins répandues que les discussions à propos du cours et cela encore moins qu'en Terminale. Ainsi, en moyenne sur les deux promotions, 38% des étudiants de voie T discutent du cours souvent ou toujours à la fin de l'année (contre 57% en Terminale) et 30% discutent des exercices (contre 42% en Terminale). Ces baisses sont cohérentes avec la baisse du taux de travail de groupe évoquée ci-dessus.

Par ailleurs, il y a une dépendance entre le fait de discuter du cours avec d'autres étudiants et le niveau* des étudiants (test du Khi-deux, $p_{\text{valeur}}=0,015$).

	Répartition selon le niveau* (pour les T)		
Discussions du cours (souvent ou toujours)	b 62%,	m 9%	f 38%

Tableau de dépendance 10 : Discussions du cours (1)

Il semble donc que les bons s'engagent plus dans les discussions de cours (62%) avec les autres entre deux cours.

Les S

Pour les deux items, nous observons une quasi-homogénéisation par lycée en fin d'année pour les deux promotions.

D : En 2011-2012, nous pouvons observer une légère hausse (non significative, d'environ 7%) du taux de ceux qui disent souvent ou toujours discuter avec les autres du cours et des exercices. Ce taux atteint environ 53% pour les discussions de cours et 47% pour les discussions d'exercices en fin d'année.

En 2012-2013, les taux en début d'année des deux items sont plus forts qu'en 2011-2012, et subissent une baisse (non significative d'environ 13%), pour atteindre en fin d'année 45% pour les discussions du cours et 50% pour les discussions des exercices.

En moyenne sur les deux promotions, les étudiants de D s'engagent presque autant dans des discussions autour du cours (49%) que des exercices (48%) avec les autres étudiants.

K : À K, pour les discussions du cours, nous remarquons que les taux en début d'année puis en fin d'année sont quasi-identiques d'une promotion à l'autre, ce qui traduit une cohérence au niveau de cette population. Pour les discussions des exercices, les taux subissent de légères baisses (non significatives) au cours de l'année pour les deux promotions et se stabilisent à 38% (souvent ou toujours). Les discussions des exercices (38%) restent légèrement plus fréquentes que celles du cours (34%).

Malgré les différences présentées ci-dessus, nous avons regroupé les étudiants des deux lycées de voie S afin de tester la dépendance de chaque item avec le niveau. Nous trouvons alors une dépendance entre le fait de discuter du cours avec d'autres étudiants et le niveau* des étudiants (test du Khi-deux, pvalue=0,08).

	Répartition selon le niveau* (pour les S)		
Discussions du cours (souvent ou toujours)	b 9%,	m 38%	f 54%

Tableau de dépendance 11 : Discussions du cours (2)

Il semble que les discussions de cours sont surtout répandues les faibles (54%) et moins parmi les moyens (38%), mais pas parmi les bons (9%).

Lien entre les discussions du cours et les discussions des exercices

Sur l'ensemble, les discussions du cours et les discussions des exercices sont liées (test du Khi-deux, pvalue=0).

		Discussion des exercices		Total
		jamais ou parfois	souvent ou toujours	
Discussions du cours	jamais ou parfois	82	23	105
	souvent ou toujours	26	46	72
Total		108	69	177

Tableau de dépendance 12 : Croisement des items Je discute du cours avec d'autres élèves, ça m'aide à apprendre et à comprendre le cours et Je discute avec d'autres élèves des exercices qui sont à faire à la maison

Nous constatons que 46% des étudiants, soit la plus grande part, ne discutent plutôt pas (jamais ou uniquement parfois) ni du cours ni des exercices avec d'autres étudiants, et 26% discutent souvent ou toujours des deux.

Lien entre les discussions et le travail de groupe

Il y a une dépendance de l'item sur le travail de groupe avec chacun des deux items concernant les discussions entre deux cours (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,016$ pour les discussions du cours et $p\text{valeur}=0$ pour les discussions des exercices).

	Discussions du cours		Total
	jamais ou parfois	souvent ou toujours	
Travail en groupe jamais ou rarement	55	26	81
assez régulièrement ou régulièrement	51	47	98
Total	106	73	179

Tableau de dépendance 13 : Croisement des items Je discute du cours avec d'autres élèves, ça m'aide à apprendre et à comprendre le cours et J'ai l'habitude de travailler en groupe/avec des amis/collègues

	Discussions des exercices		Total
	jamais ou parfois	souvent ou toujours	
Travail en groupe jamais ou rarement	61	20	81
assez régulièrement ou régulièrement	47	49	96
Total	108	69	177

Tableau de dépendance 14 : Croisement des items Je discute avec d'autres élèves des exercices qui sont à faire à la maison et J'ai l'habitude de travailler en groupe/avec des amis/collègues

Dans les deux cas, la plus grande proportion est celle des étudiants qui ne travaillent jamais ou rarement en groupe et de même ne s'engagent jamais ou rarement dans des discussions. Ainsi, parmi les étudiants qui ne travaillent jamais ou rarement en groupe, 69% ne s'engagent jamais ou rarement dans des discussions de cours et 75% ne s'engagent jamais ou rarement dans des discussions d'exercices. Par ailleurs, pour les deux types de discussions, plus du deux tiers des étudiants qui s'engagent dans des discussions (souvent ou toujours) travaillent régulièrement ou assez régulièrement en groupe (64% des étudiants qui discutent du cours et 71% de ceux qui discutent des exercices).

Interprétations et conjectures

Les discussions globalement

Dans l'ensemble, les étudiants ne sont pas très nombreux à s'engager souvent ou toujours dans des discussions avec d'autres étudiants entre deux cours (taux autour de 40% en moyenne sur l'ensemble pour chacun des deux items). Il faut préciser que ces discussions peuvent prendre différentes formes (orales ou écrites). Par exemple, les professeurs L.D.

et F.M. ont l'impression que leurs étudiants communiquent à travers des blogs ou forums qu'ils partageraient avec les étudiants en deuxième année et d'anciens étudiants. Lors des échanges que nous avons eus avec les étudiants, certains ont en effet mentionné des communications avec leurs camarades de classe autour des mathématiques à travers les réseaux sociaux (ils ont une page facebook à K par exemple à laquelle nous n'avons pas pu avoir accès), par mail et par téléphone : « *grâce à facebook et aux sms, on peut s'aider en dehors* » (étudiant de K) ; « *demande l'aide à mes camarades via les réseaux sociaux ou par mail* » (étudiant de D) ; « *on n'hésite pas à se poser des questions via mails/téléphone sur une partie du cours mal comprise* » (étudiante de K). Cependant, de nombreux étudiants ne discutent pas (jamais) ou peu (parfois) avec d'autres étudiants entre deux cours. Nous pouvons alors imaginer que parmi ceux-là, certains ne discutent pas du tout entre deux cours, alors que d'autres discuteraient plutôt pendant les séances de cours qu'entre les séances : « *s'il y a un sujet sur lequel le professeur est passé trop vite, personnellement, moi j'ai mon voisin tout de suite qui va m'expliquer, qui va pas me laisser juste à ne rien comprendre* » (étudiant de K).

Les différences observées

Les taux de ceux qui discutent souvent ou toujours du cours et des exercices diffèrent d'une voie à l'autre, d'un lycée à l'autre et d'une classe à l'autre au sein du même lycée. Il semble que les étudiants de voie T s'engagent plus dans des discussions concernant le cours que les exercices, alors que pour ceux de voie S il s'agit légèrement plus de discussions autour des exercices. Cela pourrait être en rapport avec l'importance accordée respectivement au cours et aux exercices dans chaque voie, en général et dans les épreuves. Il est aussi possible d'attribuer ces différences à la nature des difficultés que rencontrent les étudiants de chaque voie, au niveau du cours ou des exercices, et qui engendreraient plus de discussions respectivement autour de l'un ou de l'autre. Cependant, il est plus difficile d'expliquer les différences entre les classes ou les lycées qui n'ont pas de cause apparente a priori. Elles pourraient être attribuées à plusieurs facteurs tels que les exigences du cours de chaque professeur (par exemple la fréquence des DM et devoirs non notés), les difficultés des étudiants quant à la compréhension du cours ou la résolution des exercices, leurs dispositions à demander des explications.... Nous aborderons ces différents aspects dans la suite, étant donné qu'il n'est pas possible de faire un bilan exhaustif à ce niveau de l'analyse.

Les discussions selon le niveau des étudiants

Nous notons ensuite des dépendances avec le niveau des étudiants. En voie S, il semble que les discussions du cours ne soient pas répandues parmi les bons étudiants (9%) mais plutôt parmi les faibles et moyens. Comme nous l'avons évoqué ci-avant, les professeurs de la voie S incitent explicitement les étudiants à échanger pendant les TD autour des exercices à faire et même à s'expliquer le cours. Nous pouvons alors supposer que les

bons étudiants de la voie S auraient moins besoin que les faibles et moyens de prolonger les discussions en dehors des séances de cours, étant donné leur niveau en mathématiques. Ils se contentent alors des discussions qui ont lieu lors des séances de TD, ce qui expliquerait les taux notés pour cet item. Z.H. confirme notre hypothèse, il dit *« je les ai vu discuter en TD, quand ils sont en demi-groupes et je vois qui se met à côté de qui. [...] C'est plus naturel que les faibles s'entraident, se posent des questions entre eux, les bons ont moins besoin de discuter du cours parce que le cours est passé »*.

Par ailleurs, pour les étudiants de voie T, les discussions de cours sont majoritaires parmi les bons (62%). Le professeur à B ne tolère pas les discussions entre les étudiants pendant le cours, même pas pour des explications, en raison de la taille de la classe et de la gêne qui peut être causée : *« à la limite ça [les discussions] perturbe assez souvent le cours parce qu'il y en a qui demande à l'autre et puis l'autre lui demande des explications »* (H.C.) ; *« en classe, Mr. H.C. ne veut pas qu'on parle en fait parce qu'il s'arrête quand les gens parlent »* (étudiante de B). De plus, les étudiants de voie T n'ont pas de séances de TD. Ainsi, les élèves qui souhaitent ou ont besoin de discuter du cours et/ou des exercices doivent le faire en dehors des séances de cours. Une étudiante de B confirme que les discussions *« c'est plutôt après les cours, pendant les pauses, ou le lundi soir ou le mardi soir quand il y en a qui ne vont pas et qu'on reste au CDI pour bosser »*. En outre, selon H.C., les bons étudiants de voie T, presque tous marocains, tiennent toujours à tout bien comprendre et *« ne laissent rien passer »*, ce qui expliquerait pourquoi ils soient nombreux à discuter du cours entre deux séances, contrairement aux non-marocains qui sont largement moins investis. Nous conjecturons que l'attitude de ces étudiants admet un aspect "culturel", avec un rapport au savoir différent chez les marocains. Cette hypothèse est confirmée par H.C. lors de l'entretien, nous y ferons référence dans la suite à plusieurs reprises.

Les discussions et le travail de groupe

Les croisements du travail de groupe avec les discussions du cours d'une part et avec les discussions des exercices d'autre part révèlent que près d'un tiers des étudiants ne travaillent pas en groupe et ne s'engagent pas dans des discussions, ni de cours ni des exercices. Nous postulons que ces étudiants se replient sur eux-mêmes et travaillent seuls les mathématiques. À l'opposé, plus d'un quart des étudiants travaillent en groupe et s'engagent dans des discussions (de cours et d'exercices) avec les autres étudiants souvent ou toujours. Il s'agit sans doute des étudiants qui collaborent en préparant des DM et/ou les colles, pour s'expliquer des notions qui posent problèmes, répondre aux questions des camarades ou résoudre les exercices ensemble. Cette collaboration nécessite donc des discussions qui ont lieu entre les étudiants surtout hors classe, donc entre les cours, tantôt autour des exercices et tantôt autour du cours. Par exemple, les bons étudiants de voie T, qui sont très nombreux à travailler souvent ou toujours en

groupe, sont aussi nettement plus nombreux que les faibles et les moyens à s'engager souvent ou toujours dans des discussions de cours avec les autres. Enfin, parmi les étudiants qui travaillent souvent ou toujours en groupe, la moitié ne discute ni du cours ni des exercices (jamais ou parfois) entre deux cours. Que font-ils alors ? Nous pensons qu'il s'agit d'étudiants qui travaillent à plusieurs dans un même lieu sans pour autant réellement travailler ensemble, notamment pour se motiver les uns les autres.

L'exception à D 2011-2012

Nous examinons le cas particulier de D 2011-2012. Pour les deux items, nous notons une hausse du taux (souvent ou toujours) entre le début et la fin de l'année, contrairement aux cinq autres classes où le taux est à la baisse par rapport à la Terminale. De plus, les taux de fin d'année sont plus forts qu'ailleurs pour les deux items (sauf pour D 2012-2013 où le taux pour les discussions des exercices est légèrement plus marqué, mais partant d'une valeur de départ plus élevée qui baisse en fin d'année). Ces évolutions reflètent un besoin de la part des étudiants d'avoir recours aux discussions avec les autres, qui s'accroît plutôt que de s'atténuer en cours d'année. Comme nous le verrons à travers nos analyses dans la suite, cette classe connaît une situation particulière qui semble être en rapport avec le professeur F.M. Les discussions seraient-elles donc un moyen pour obtenir des clarifications afin de compléter le cours du professeur ?

4. Synthèse

Le lieu de travail privilégié par la majorité des étudiants, comme en Terminale, reste chez eux. Néanmoins, les étudiants de voie T, en particulier les marocains, sont plus ouverts que ceux de voie S au travail ailleurs, soit dans l'établissement ou chez des amis. Nous conjecturons que le choix du lieu de travail est au moins partiellement en rapport avec le lieu d'hébergement des étudiants. Notre hypothèse est confirmée grâce aux entretiens réalisés avec les professeurs et les étudiants ainsi que les données officielles fournies par le ministère de l'éducation nationale.

Par ailleurs, les étudiants sont très majoritairement favorables à l'entraide avec leurs camarades qu'ils considèrent comme indispensable pour leur réussite. Les taux des réponses (plutôt d'accord ou totalement d'accord avec la proposition) varient d'une classe à l'autre, mais ils sont supérieurs à 75% partout (sauf pour D 2011-2012). Cette entraide, encouragée par les professeurs, n'est pas restreinte aux aspects académiques du travail. Elle se manifeste à travers un travail collaboratif plutôt répandu en classe prépa, mais surtout comme un soutien moral qui concerne tous les aspects du quotidien des étudiants. Il s'agirait donc d'une forme d'entraide collective et de soutien, à rapprocher de l'idée qu'on se serre les coudes pour faire face aux difficultés et pas juste pour travailler les disciplines ensemble.

Pour le travail de groupe, les étudiants semblent avoir globalement conservé leurs habitudes de Terminale quant à cette pratique. Ainsi, le travail collaboratif reste majoritaire en prépa parmi les étudiants de voie S où plus de la moitié des étudiants travaillent assez régulièrement ou régulièrement ensemble. Il est cependant moins fréquent parmi les étudiants de voie T en comparaison avec ceux de voie S et avec la Terminale, mais reste majoritaire parmi les marocains. Pour les mathématiques, cette collaboration prend des formes variables et flexibles en fonction des étudiants, il ne s'agit pas nécessairement d'un travail de groupe formel. Ceci rejoint les résultats de l'enquête de Daverne et Dutercq (2013) qui trouvent que « *le travail collaboratif est unanimement valorisé [par les étudiants] mais se décline de manière très différente* » (p.145). Les étudiants qui travaillent ensemble lors de la préparation des DM, des colles et des TD sont convaincus des nombreux avantages et de la nécessité de ce type de pratiques. Les professeurs à leur tour encouragent les échanges entre les étudiants et mettent en place certains dispositifs afin de les promouvoir, un résultat aussi souligné par Daverne et Dutercq (2013) et Darmon (2013). Le travail de groupe qui a lieu en dehors des séances de cours est à son tour facilité ou contrarié par le lieu d'hébergement et l'éloignement du lycée, comme le confirment Daverne et Dutercq (2013) qui citent pour exemple les étudiants en internat.

Les discussions avec les autres étudiants entre deux cours ne sont pas très fréquentes à la fin de l'année en classe préparatoire, moins qu'en terminale pour les deux voies. Les taux pour les discussions des exercices et celles du cours présentent des différences entre les voies et même entre les lycées. Nous postulons que la fréquence de ces discussions varie en fonction de plusieurs facteurs, notamment en rapport avec le professeur et son cours, ainsi que les capacités et besoins des étudiants que nous aborderons en détail dans les chapitres qui suivent. Le travail de groupe est une opportunité de manifestation de ces discussions, sachant qu'environ un tiers des étudiants semblent s'isoler complètement pour les mathématiques en évitant toute forme de collaboration.

Malgré les différences entre les classes, nous pouvons postuler que les taux de ces items ainsi que nos échanges avec les étudiants et les professeurs mettent en avant une solidarité au sein du groupe classe, qui émerge ou se renforce partout au cours de la première année préparatoire, indépendamment de la voie et de la promotion. Les étudiants soulignent l'importance de cette solidarité : « *il se développe un état d'esprit de solidarité que je ne pensais pas trouver en classe préparatoire [...] loin de l'esprit de compétition de prépa qui voudrait qu'on cherche constamment à se tirer dans les pattes* » (étudiant de K) ; « *on peut dire que la solidarité joue un rôle très important dans notre classe* » (étudiante de B) ; « *la solidarité est très présente et indispensable à notre réussite* » (étudiant de D) ; « *la solidarité entre les élèves est présente dans le sens où l'on se sert tous les coudes, on se motive les uns, les autres, à s'accrocher* » (étudiante de K).

Nous conjecturons que ce phénomène est une particularité de l'institution des classes préparatoires, notamment en comparaison avec l'université. Ces classes favorisent la solidarité entre les étudiants, ce qui va donc à l'encontre des stéréotypes mettant en avant la concurrence dans les classes préparatoires qui ne semblent pas s'appliquer aux prépas de filière EC quelque soit la voie.

Nous pouvons alors faire appel à la notion de tribu (cf. chapitre III section 1), en considérant que les étudiants au sein de chaque classe forment une tribu. En effet, ils sont tous dans la même situation, font face aux mêmes exigences et difficultés au quotidien, visent tous l'objectif commun de la réussite au concours, ils partagent donc les mêmes assujettissements. Ainsi, même si chaque étudiant pourrait avoir sa propre façon de gérer les obstacles, le fait d'appartenir à une tribu lui permet de les surmonter avec le soutien des autres membres de la tribu qui comprennent sa situation. Voici ce que nous disent les étudiants par rapport à cela : « *Nous avons besoin les uns des autres, c'est ce qui crée cette solidarité entre nous. Nous avons tous une fragilité à partager ou de la compassion à donner.* » (étudiante de K) ; « *Il y a aussi l'idée que finalement on est tous dans le même bateau, que quitte à passer deux années difficiles, autant qu'elles se passent dans les meilleures conditions possibles. Je ne dis pas qu'on est tous devenus les meilleurs amis du monde, mais que la difficulté nous amène à nous serrer les coudes au maximum, amitié ou non. Cette solidarité nous permet aussi dans un sens de nous rassurer et de nous conforter dans l'idée que nous ne sommes pas seul à en baver.* » (étudiant de D) ; « *Les autres sont indispensables à notre bien-être. Déjà parce qu'ils comprennent ce que nous vivons. Mes amis en-dehors de la prépa, ou bien mes parents, ne parviennent pas à me remonter le moral parce qu'ils ne comprennent pas ce que je vis. Ils ont beau me dire des phrases comme "accroche-toi, tu vas y arriver", ça ne m'aide pas, parce qu'ils ne savent pas ce que c'est. Or, les amies présentes dans ma classe, vivent la même chose que moi, alors je me sens comprise. Et elles me sont d'une grande aide* » (étudiante de K). Ces extraits rappellent ceux des élèves de l'enquête de Daverne et Dutercq (2013) qui affirment que le fait de partager les mêmes préoccupations et objectifs avec leurs camarades de classe leur permet de gérer la souffrance psychologique de la prépa, ces camarades ne sont pas nécessairement toujours leurs "vrais amis", mais ces derniers ne partagent pas et ne comprennent pas leur mode de vie.

Par ailleurs, il semble que parmi les étudiants de voie S et pour les deux promotions, les bons sont les moins nombreux à valoriser l'entraide comme déterminante pour la réussite en comparaison avec les moyens et les faibles. Ils sont aussi moins nombreux à s'engager dans des discussions du cours. Nous postulons que ces étudiants sont moins mis en danger par l'institution, alors que ceux qui souffrent le plus (les faibles et quelques moyens) ont vraiment besoin de former une contre-tribu afin de faire face à la prépa. Ces derniers s'allient face à l'échec commun, ils travaillent et discutent ensemble mais sans

réussir à surmonter leurs difficultés. Z.H. nous fait part d'un phénomène qu'il a observé dans sa classe (D 2012-2013) qui soutient notre conjecture. Il a remarqué que des groupes d'étudiants de niveau faible se sont formés assez vite en début d'année. Selon lui, se rassemblaient ceux qui se rendaient compte qu'ils avaient du mal avec les mathématiques et qu'ils travaillaient sans y arriver. Il y a aussi la tribu des bons étudiants de voie T, les marocains essentiellement, qui ont en commun une culture d'étude héritée du lycée avec un rapport au savoir et des méthodes de travail qui les différentient nettement des non-marocains et qui est adaptée aux attentes de la prépa. Enfin, nous avançons qu'une contre-tribu se forme au sein de la classe D 2011-2012, avec des étudiants qui s'unissent contre le professeur en raison d'une relation problématique avec ce dernier.

CHAPITRE VII : LES DIFFICULTÉS ET L'AIDE

Nous nous intéressons maintenant aux difficultés des étudiants relatives au suivi des séances de classe d'une part, au travail en dehors de la classe d'autre part. De plus, nous considérons l'aide que les étudiants demandent aux autres pour faire face à ces difficultés.

1. Les problèmes en général

Nous considérons les items suivants (de la catégorie "Habitudes de travail en général") :

- Un de mes problèmes est que je n'arrive pas à me mettre au travail lorsqu'il le faut, surtout le soir et après les cours ;
- Un de mes problèmes est que lorsque j'étudie, je ne suis pas capable de me concentrer et de le rester jusqu'à ce que je termine (concentration jusqu'à la fin) ;
- Un de mes problèmes est que j'éprouve des difficultés à organiser efficacement mon temps ;
- Un de mes problèmes est que je reporte mon travail et puis je me retrouve débordé (report de travail) ;
- Un de mes problèmes est que je trouve qu'il y a trop d'interrogations et je n'ai pas le temps de me préparer comme il faut (trop d'interrogations).

Dans cette section, les taux évoqués et représentés sur les diagrammes à barres et dans les tableaux désignent le pourcentage d'étudiants ayant répondu "oui" au problème en question.

Tous les problèmes s'aggravent durant la première année préparatoire pour atteindre des taux forts en fin d'année, qui dépassent souvent 50%.

1.1 L'aptitude au travail

Un de mes problèmes est que je n'arrive pas à me mettre au travail lorsqu'il le faut, surtout le soir et après les cours

Globalement

La majorité des étudiants ont du mal à se mettre au travail lorsqu'il le faut à la fin de l'année (60% en moyenne sur l'ensemble des étudiants, avec des différences négligeables entre les lycées), encore plus qu'en fin de terminale où le taux de ceux qui avaient ce problème était déjà autour de 50%.

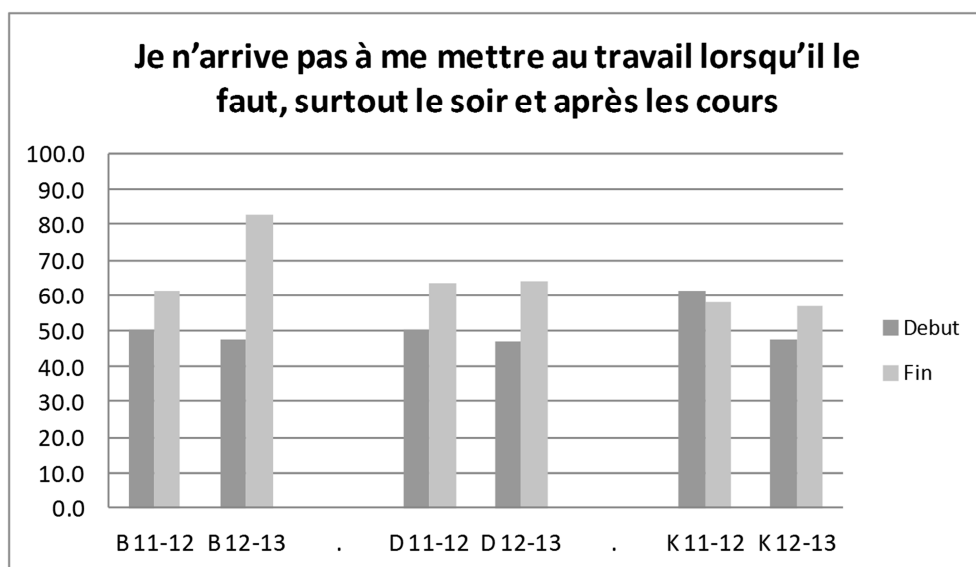


Diagramme en barres 10 : Un de mes problèmes est que je n'arrive pas à me mettre au travail lorsqu'il le faut, surtout le soir et après les cours

Entre le début et la fin de l'année, nous observons une hausse du taux de réponses "oui" pour ce problème partout, avec une évolution statistiquement significative pour l'ensemble (test de McNemar, $p\text{valeur}=0,001$). Nous signalons une exception pour K 2011-2012 où le taux part déjà de 61% en début d'année puis baisse légèrement pour s'homogénéiser avec ceux des autres classes. D'ailleurs, les taux s'homogénéisent en fin d'année au sein de chaque lycée S. Nous pouvons aussi signaler une hausse exceptionnelle de 35% à B en 2012-2013 (hausse statistiquement significative, test de McNemar, $p\text{valeur}=0,003$).

Par ailleurs, nous identifions une dépendance de ce problème avec le niveau des étudiants pour l'ensemble des étudiants (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,035$) puis pour les T* (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,026$).

	Répartition selon le niveau (pour l'ensemble)			Répartition selon le niveau* (pour les T)		
	b	m	f	b	m	f
Travail lorsqu'il le faut (oui)	71%	54%	72%	85%,	45%	79%

Tableau de dépendance 15 : Travail lorsqu'il le faut

Il semble que les moyens sont ceux qui ont le moins ce problème. Par contre, les faibles et les bons sont très nombreux à admettre ce problème. Si ce résultat paraît plausible pour les faibles, il l'est moins pour les bons. S'agirait-il vraiment d'un problème pour les bons ou est-ce plutôt un discours de culpabilité ?

Un de mes problèmes est que lorsque j'étudie, je ne suis pas capable de me concentrer et de le rester jusqu'à ce que je termine

Globalement

Une fois le travail entamé (lorsque j'étudie), le problème de se concentrer et de le rester jusqu'à la fin se pose moins que le précédent, avec un taux moyen autour de 40%. Toutefois, les taux de départ et de fin ainsi que les mouvements dans les classes sont très différents, même au sein de chaque lycée.

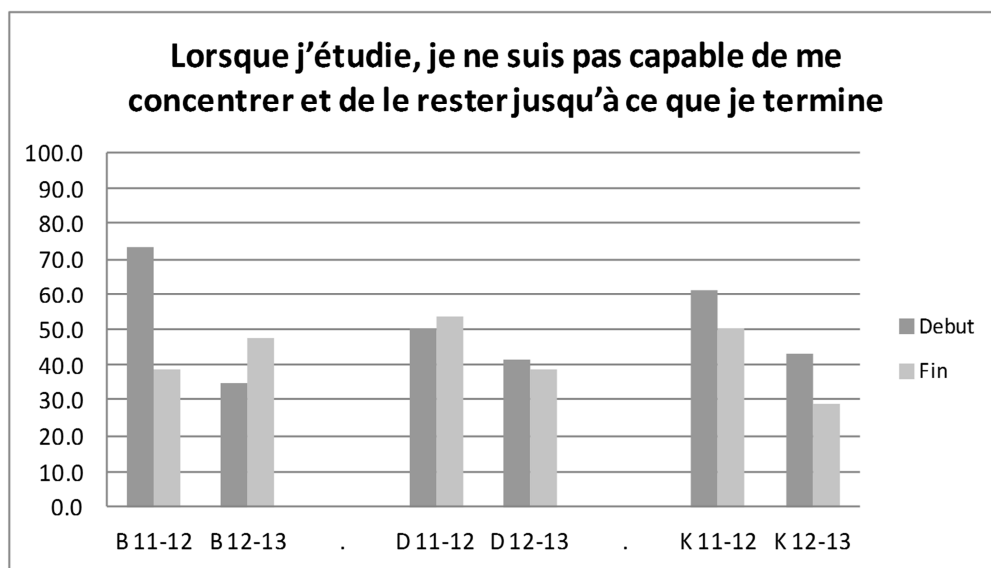


Diagramme en barres 11 : Un de mes problèmes est que je lorsque j'étudie, je ne suis pas capable de me concentrer et de le rester jusqu'à ce que je termine

Pour ce problème, il n'y a pas d'évolution significative ni de dépendance à signaler pour l'ensemble, mais nous constatons une baisse exceptionnelle de 35% entre le début et la fin de l'année pour B en 2011-2012 (test de McNemar, pvalue=0,0064). De plus, nous pouvons noter que parmi les étudiants de voie S, le problème de concentration est moins présent en 2012-2013 qu'en 2011-2012, pour les deux lycées, surtout à K. Pour les étudiants de voie T, c'est le contraire.

Lien entre ces deux problèmes

Nous trouvons une dépendance significative entre les items "Je n'arrive pas à me mettre au travail lorsqu'il le faut, surtout le soir et après les cours" et "Lorsque j'étudie, je ne suis pas capable de me concentrer et de le rester jusqu'à ce que je termine" (test du Khi-deux, pvalue=0).

		Concentration jusqu'a la fin		Total
		non	oui	
Travail lorsqu'il le faut	non	45	16	61
	oui	56	62	118
Total		101	78	179

Tableau de dépendance 16 : Croisement des items Un de mes problèmes est que je n'arrive pas à me mettre au travail lorsqu'il le faut, surtout le soir et après les cours et Un de mes problèmes est que je lorsque j'étudie, je ne suis pas capable de me concentrer et de le rester j

Parmi les quatre combinaisons de réponses possibles, la plus fréquente est celle des étudiants qui disent avoir les deux problèmes : 35% de l'ensemble des étudiants ont des difficultés à travailler lorsqu'il le faut et à se concentrer pour étudier et le rester jusqu'au bout. Il s'agit donc d'étudiants qui ont des problèmes d'aptitude au travail. De plus, il est beaucoup plus fréquent qu'un étudiant ait un problème au niveau du démarrage du travail mais pas au niveau de la concentration une fois le travail initié que le contraire.

Interprétations et conjectures

Travail lorsqu'il le faut

Nous pouvons attribuer le fait que les étudiants aient du mal à se mettre au travail lorsqu'il le faut à la fatigue en grande partie. En effet, les longues journées de cours sont extrêmement longues et chargées, les étudiants ayant entre 28 et 32 heures de cours par semaines réparties entre plus de six disciplines, auxquelles s'ajoutent les épreuves d'évaluation des samedis et les colles en après-midi. De plus, les séances de cours se caractérisent par un rythme soutenu pour la plupart des matières avec un travail personnel exigé personnel très lourd. Par conséquent, les étudiants ont très peu de moments de repos et se trouvent souvent à bout de leurs forces en fin de journée, sans oublier le stress pesant de la prépa. Il n'est donc pas surprenant que 60% des étudiants n'arrivent pas à travailler le soir après les cours.

Concentration jusqu'à la fin

Par contre, nettement moins d'étudiants ont des problèmes de concentration lorsqu'ils étudient. Nous pouvons penser qu'il est plus difficile de trouver la force d'entamer le travail lorsqu'il le faut que de le poursuivre jusqu'au bout. Quant aux différences entre les classes, nous ne cherchons pas à les expliquer en termes du fonctionnement de l'institution classe. En effet, nous n'avons pas rencontré de facteurs clairement susceptibles de favoriser cette concentration dans les entretiens. Ainsi, nous postulons que les problèmes de concentration dépendent essentiellement des caractéristiques et capacités de chaque personne plutôt que d'un dispositif institutionnel particulier.

1.2 La gestion du temps

Un de mes problèmes est que j'éprouve des difficultés à organiser efficacement mon temps

Globalement

À la fin de l'année, les étudiants sont nombreux à éprouver des difficultés à organiser leur temps efficacement, avec un taux qui s'homogénéise autour de 60% partout, sauf pour K 2011-2012 où il atteint 71%.

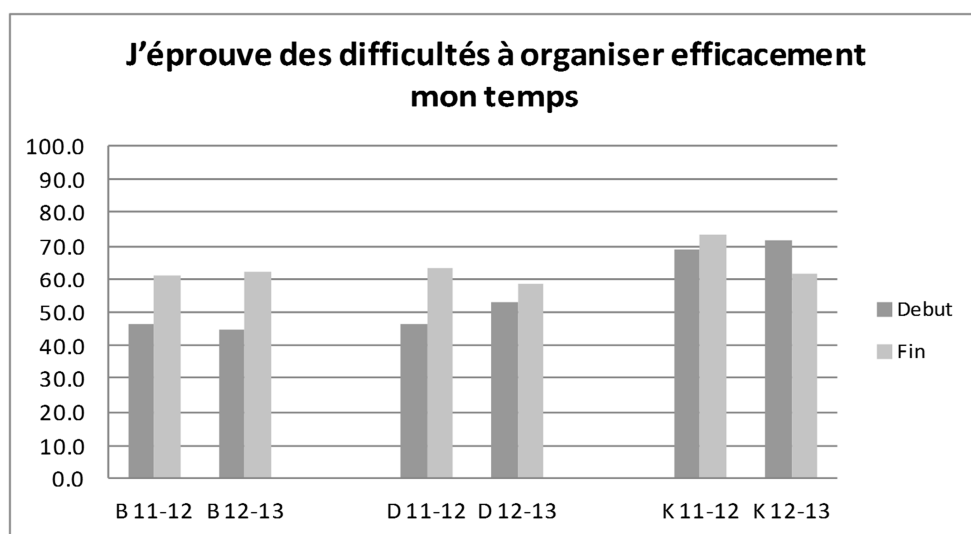


Diagramme en barres 12 : Un de mes problèmes est que j'éprouve des difficultés à organiser efficacement mon temps

Pour l'ensemble, ce taux subit une hausse significative par rapport à la Terminale (test de McNemar, p valeur=0,025), qui résulte surtout de la hausse significative à B sur les deux promotions (test de McNemar, p valeur=0,035) et de la hausse à D en 2011-2012 qui permet d'équilibrer la baisse à K en 2012-2013.

Nous n'identifions aucune dépendance pour ce problème.

Un de mes problèmes est que je reporte mon travail et puis je me retrouve débordé

Globalement

De même, le report de travail est assez commun, les étudiants se trouvant débordés, mais nous notons des différences entre les classes.

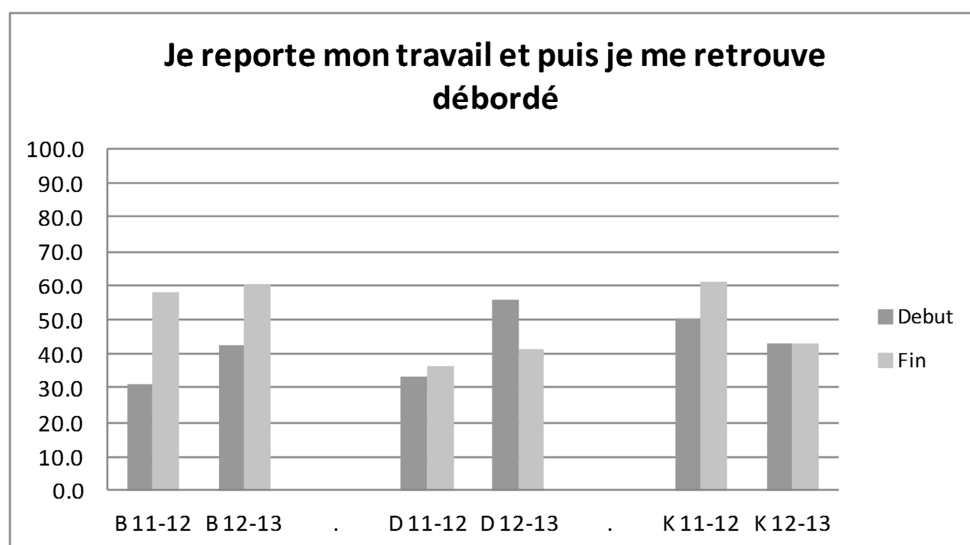


Diagramme en barres 13 : Un de mes problèmes est que je reporte mon travail et puis je me retrouve débordé

Il n'y a pas d'évolution significative sur l'ensemble, mais une hausse significative à B sur les deux promotions (test de McNemar, $p\text{valeur}=0,007$), où le taux atteint 60% en fin d'année.

Par ailleurs, nous notons une dépendance de ce problème avec la le lycée (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,035$), ce qui correspond aux différences observées.

	Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)		
Report de travail (oui)	B 59%	D 39%	K 53%

Tableau de dépendance 17 : Report de travail

Ce problème est majoritaire à B pour les deux promotions où le taux moyen est de 59% en fin d'année ainsi qu'à K en 2011-2012 où le taux moyen est de 61%. Ainsi, le taux moyen pour B et K pour les deux promotions est nettement supérieur à celui de D.

Lien entre ces deux problèmes

Nous trouvons une dépendance significative entre les items "*J'éprouve des difficultés à organiser efficacement mon temps*" et "*Je reporte mon travail et puis je me retrouve débordé*" (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0$).

		Report de travail		Total
		non	oui	
Difficultés d'organisation du temps	non	45	21	66
	oui	44	69	113
Total		89	90	179

Tableau de dépendance 18 : Croisement des items Un de mes problèmes est que j'éprouve des difficultés à organiser efficacement mon temps et Un de mes problèmes est que je reporte mon travail et puis je me retrouve débordé

Parmi les quatre combinaisons de réponses possibles, la plus fréquente est celle des étudiants qui disent avoir les deux problèmes (39% de l'ensemble). Il s'agit d'étudiants qui ont donc des problèmes de gestion du temps.

Interprétations et conjectures

Les deux problèmes ci-dessus s'aggravent de façon significative par rapport à la terminale pour les deux classes de voie T, les taux en fin d'année s'homogénéisent à 60%. Par ailleurs, parmi les classes de voie S, nous notons aussi une homogénéisation pour le premier problème (difficultés d'organisation du temps) autour de 60% mais un taux plus faible pour le second problème (report de travail) autour de 40%. Il semble donc qu'en voie T, un étudiant qui affirme avoir un problème d'organisation de temps a aussi un problème de report, ce qui s'exprime par des taux identiques pour les deux items pour chaque classe. En voie S, une partie des étudiants (environ 20%) réussiraient à ne pas reporter le travail malgré les difficultés d'organisation, ce qui est reflété par la différence de taux entre les deux items. Toutefois, K 2011-2012 se différencie des trois autres classes de voie S par des taux plus élevés pour les deux problèmes, se rapprochant ainsi de ceux des deux classes de voie T. Nous constatons que la composition de la classe K 2011-2012 selon le niveau des étudiants en mathématique se rapproche de celle des deux classes de voie T, avec 62% d'étudiants faibles et 19% de bons. Serait-il alors possible d'expliquer la ressemblance de comportements de ces trois classes par la composition des étudiants ?

1.3 La gestion des interrogations

Un de mes problèmes est que je trouve qu'il y a trop d'interrogations et je n'ai pas le temps de me préparer comme il faut

Globalement

Le problème d'excès des interrogations et de manque de préparation adéquate est celui qui touche le moins d'étudiants, mais avec un taux qui varie d'une classe à l'autre.

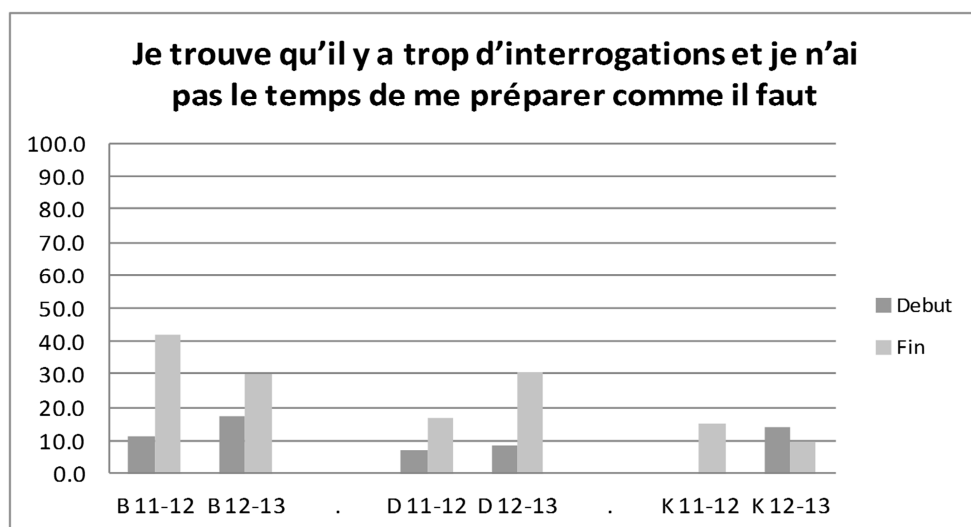


Diagramme en barres 14 : Un de mes problèmes est que je trouve qu'il y a trop d'interrogations et je n'ai pas le temps de me préparer comme il faut

En général, le taux d'étudiants qui disent avoir ce problème augmente partout en prépa par rapport à la Terminale, à l'exception de K 2012-2013 où il baisse légèrement pour atteindre 10%, soit la valeur la plus faible parmi toutes les classes. Nous notons une hausse significative sur l'ensemble (test de McNemar, $p\text{valeur}=0$), de même qu'une évolution significative pour B (test de McNemar, $p\text{valeur}=0,007$) due principalement à la hausse marquée en 2011-2012, ainsi que pour D (test de McNemar, $p\text{valeur}=0,013$) due à la hausse marquée en 2012-2013.

Sur l'ensemble, il y a une dépendance de ce problème en fin d'année avec la voie (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,011$), le lycée (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,014$) et le niveau des étudiants (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,03$).

Trop d'interrogations (oui)	Répartition selon la voie (pour l'ensemble)		Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)		
	T 35%	S 19%	B 35%	D 24%	K 13%

Tableau de dépendance 19 : Trop d'interrogations (1)

Les étudiants de voie T en souffrent le plus, surtout en 2011-2012 avec un taux qui atteint 43%. Ensuite, parmi les étudiants de voie S, ce problème est plus présent à D avec 18% en 2011-2012, et 31% en 2012-2013, alors qu'à K le taux ne dépasse pas 15% sur les deux ans avec 10% en 2012-2013.

	Répartition selon le niveau (pour l'ensemble)		
Trop d'interrogations (oui)	b 17%	m 17%	f 32%

Tableau de dépendance 20 : Trop d'interrogations (2)

Ce problème se pose aussi plus parmi les étudiants faibles (32%) que les moyens ou les bons (17%).

Cette opposition entre faibles et bons est aussi marquée pour les étudiants de voie T d'une part (40% pour f contre 24% pour b et m) et les étudiants de voie S d'autre part (26% pour f contre 13% pour b et m), mais sans dépendance statistique.

Interprétations et conjectures

Dans la formulation de l'item, nous ne précisons pas de quel genre d'interrogations il s'agit. Nous nous permettons alors de supposer en analysant cet item que les étudiants ont inclus sous "interrogations" toutes les épreuves écrites notées : interrogations de cours, DS du samedi, concours blancs (CB dans la suite) ou autres épreuves. Ainsi, nous présentons dans le tableau 15 ci-dessous un résumé des épreuves écrites notées organisées par chaque professeur pour la classe en nous appuyant sur les informations obtenues à travers les entretiens et questionnaires des professeurs. Nous reviendrons sur les détails de ces dispositifs dans les chapitres suivants.

	H.C. B 2011-2012 & 2012-2013	F.M. D 2011-2012	Z.H. D 2012-2013	L.D. K 2011-2012 & 2012-2013
brèves interrogations écrites portant sur le cours, annoncées	5-6 sur l'année, épreuve de 30 minutes	3-4 sur l'année, au rythme d'une par mois mais uniquement au premier trimestre, épreuve de 30 minutes	2-3 sur l'année mais juste en début d'année, épreuve de 30 minutes à 1 heure	15 environ sur l'année, au rythme d'une par semaine en début d'année ensuite 1 toutes les 2-3 semaines, épreuve de 30 minutes
devoirs surveillés, réalisés dans des conditions de temps et de sujet de concours	2-3 sur l'année (les samedis, 2 heures) + 3 CB	7-8 par année (1 par mois ou toutes les 5 semaines, les samedis, 4 heures) + 3 CB (2 épreuves de maths par CB)	7-8 par année (1 toutes les 4 semaines, les samedis, 4 heures) + 3 CB (2 épreuves de maths par CB)	6 sur l'année (les samedis, 4 heures) + 4 CB (2 épreuves de maths par CB avec deux niveaux différents)
Autre				épreuve de 1-2 heures de temps en temps en semaine lorsque les DS sont espacés (environ 3 sur l'année) + interrogations de 30 minutes de correction du DS
Total (tout compris)	10-12	13-15	12-14	27-28

Tableau 15 : Épreuves écrites notées organisées par chaque professeur

Les interrogations à K

Nous pouvons d'abord voir qu'à K les étudiants ont nettement plus d'interrogations que partout ailleurs, la différence étant due au nombre de courtes interrogations de cours très régulières chez L.D. Le professeur nous explique qu'il insiste beaucoup sur ces interrogations, surtout en début d'année, afin de pousser les étudiants à apprendre

régulièrement leur cours, mais qu'il n'arrive plus à tenir le rythme pendant l'année et se trouve obligé d'espacer les interrogations. De plus, L.D. met en place un dispositif qui lui est spécifique, les interrogations sur la correction des DS (environ une par mois – détails évoqués dans le chapitre XI). Nous observons que ces étudiants sont pourtant les moins nombreux à trouver qu'ils ont beaucoup d'interrogations, malgré le rythme soutenu d'épreuves de mathématiques de tous genres. Nous avons demandé à L.D. de nous aider à expliquer ce paradoxe, voici ce qu'il nous a dit : *« J'ai plusieurs explications mais elles sont un peu pessimistes. Il y en a une c'est que j'ai l'impression qu'ils pensent que l'entraînement est primordial avant tout. Donc ils aiment ils aiment ils aiment avoir plein plein de DS etc... Et parfois je trouve qu'ils aiment un peu trop, qu'ils feraient mieux de relire leur cours, enfin pas relire mais d'approfondir le cours. Il n'y a pas que l'entraînement! [...] Bon sinon je fais beaucoup de petites choses, peut-être que ça ça aide. Le nombre ça les effraie pas parce qu'il y a énormément d'interrogations qui sont toutes petites. Par exemple, les interrogations qu'ils adorent, c'est les interrogations sur la correction du DS, c'est juste une ou deux questions donc ça ne doit pas trop les fatiguer. »*. Nous nous tenons à son interprétation par manque d'explication alternative.

Les interrogations à D

Pour les étudiants de D, nous notons une différence entre les deux promotions, alors que les deux professeurs F.M. et Z.H. semblent mettre en place plus ou moins les mêmes dispositifs d'évaluation et au même rythme. Nous n'avons pas pu obtenir d'information concernant la promotion 2011-2012. Quant à Z.H., il trouve qu'il n'y a pas assez d'interrogations et aurait aimé en faire plus, surtout des interrogations de cours. Il nous explique qu'il essaye d'en placer en début d'année mais abandonne vite par manque de temps alors qu'il aimerait en faire toutes les semaines pour mettre les étudiants au travail et les pousser à apprendre régulièrement leur cours : *« je n'ai pas le temps pour l'instant, peut-être que j'arriverai un jour à m'organiser, à organiser le cours différemment pour en être capable. »*. La seule explication qu'il nous donne c'est que les étudiants ont un problème d'organisation et consacrent beaucoup de temps à préparer des épreuves dans d'autres matières, il cite les colles d'histoire comme exemple *« au détriment de l'apprentissage du cours de toutes les disciplines »*. Or, si nous revenons sur les taux des deux items précédents concernant les problèmes de gestion du temps, nous remarquons que les taux à D 2012-2013 ne sont pas plus élevés qu'ailleurs. Comment expliquer les 30% d'étudiants qui n'arrivent pas à se préparer comme il faut pour les interrogations qu'ils trouvent trop nombreuses, sachant qu'ils ne se sont jamais plaints d'après ce que nous dit leur professeur? Est-ce encore une incohérence ? Un discours de culpabilité ? Il est difficile de trancher au regard des informations que nous avons pu recueillir.

Les interrogations à B

Enfin, H.C. organise nettement moins de DS qu'ailleurs et pas beaucoup d'interrogations courtes ; par conséquent, les étudiants de voie T ont le moins d'épreuves parmi tous. H.C. nous explique qu'il préfère faire plus d'interrogations courtes que de DS ou même de CB puisqu'il trouve les épreuves longues et lourdes « *inutiles* ». Dans ces épreuves courtes, « *il n'y a pas de rédaction, [il] s'assure seulement qu'ils ont appris quelques formules de cours qu'ils savent utiliser* » ; le but est, comme pour ses collègues de voie S, de mettre un peu de pression pour que les étudiants apprennent leur cours. Il nous dit qu'il y a quelques temps, il organisait 4 ou 5 DS longs sur l'année, mais il en fait de moins en moins parce que « *les collègues [des autres disciplines] ne m'en ont pas laissé beaucoup [...] les collègues jouent des coudes pour en avoir [les épreuves du samedi] le plus possible* ». Pourtant, nous notons les taux les plus forts à B pour ce problème, avec 41% en 2011-2012 et 30% en 2012-2013. Selon H.C., si les étudiants se plaignent c'est parce qu'ils ont perdu l'habitude de travailler depuis le lycée. En effet, ces étudiants ont fréquenté au lycée une filière dont le niveau est assez bas et le rythme calme, avec des professeurs ayant des exigences relativement modérées qui essayent surtout de mettre toute la classe au travail. Selon H.C., ces étudiants ne travaillaient pas du tout au lycée. L'arrivée en prépa impose un nouveau rythme soutenu pour les cours et les interrogations, avec beaucoup de travail demandé dans plusieurs disciplines « *ils ont une quantité de travail absolument énorme* ». Ainsi, le décalage de la transition STMG-T est plus marqué que celui de la voie S, à quoi s'ajoute que les étudiants ont un moins bon niveau au départ en général et en mathématiques en particulier. De plus, comme en voie S, ce problème est deux fois plus répandu parmi les étudiants faibles que parmi les bons et moyens. Tout cela peut expliquer pourquoi les étudiants de voie T en général, et les non-marocains qui sont presque tous faibles en particulier, sont plus nombreux que les S à trouver qu'il y a trop d'interrogations. Cette interprétation ne concerne toutefois pas les bons élèves de B qui viennent d'un lycée marocain de très bon niveau et y ont été très bien préparés.

2. Les difficultés en classe

Nous considérons les items suivants (de la catégorie " En classe et prise de notes "):

- Le rythme des cours me semble trop rapide, je n'arrive pas à suivre (rythme du cours rapide) ;
- Il m'arrive d'être distrait : je pense à autre chose ou je parle avec mes voisins (distraction).

Le rythme des cours me semble trop rapide, je n'arrive pas à suivre

Globalement

Le rythme des cours semble s'accélérer partout par rapport à la Terminale, mais pas avec la même ampleur pour tous les étudiants. Même si ce problème reste peu répandu en fin de classe préparatoire, le taux de ceux qui en souffrent souvent ou toujours est très différent d'une classe à l'autre : il est de 13% au minimum à D en 2011-2012 et atteint 53% au maximum pour B en 2011-2012.

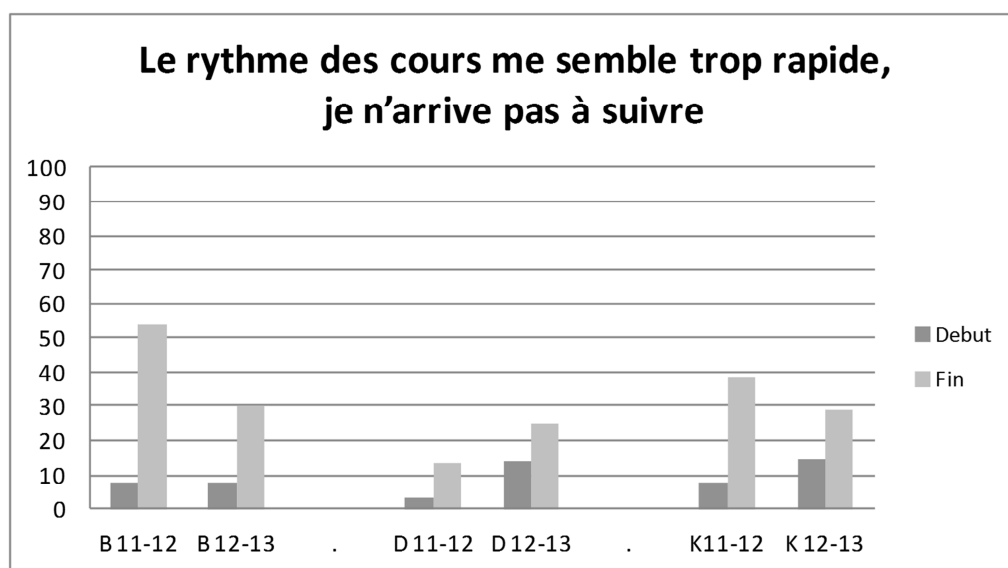


Diagramme en barres 15 : Le rythme des cours me semble trop rapide, je n'arrive pas à suivre

Sur l'ensemble, le taux d'étudiants qui trouvent le rythme du cours rapide souvent ou toujours subit une hausse significative (test de McNemar, $p\text{valeur}=0$) dont l'ampleur varie de 10% à 45% selon les classes. En fin de Terminale, ce taux ne dépassait pas 13% avec une moyenne de 9%, alors qu'en fin de classe préparatoire, le taux moyen est de 30%.

Nous notons une dépendance de cet item avec la voie d'une part (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,041$) et le lycée d'autre part (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,021$).

Rythme du cours rapide (souvent ou toujours)	Répartition selon la voie (pour l'ensemble)		Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)		
	T 39%	S 26%	B 39%	D 20%	K 34%

Tableau de dépendance 21 : Rythme du cours rapide (1)

La rapidité du cours semble poser problème plus aux étudiants de voie T (39%) qu'à ceux de voie S (26%). Ensuite, même parmi les étudiants de voie S, il y a une forte différence entre D (20%) et K (39%).

	Répartition selon le niveau (pour l'ensemble)		
Rythme du cours rapide (souvent ou toujours)	b 8%	m 20%	f 34%

Tableau de dépendance 22 : Rythme du cours rapide (2)

Ce problème dépend aussi du niveau des étudiants (test du Khi-deux, pvalue=0,001), il se pose plus parmi les faibles (34%) et en second lieu les moyens (20%) que les bons (8%).

Selon la voie et/ou le lycée

Les T

Pour les étudiants de voie T, il y a une grande différence entre la fin de Terminale et la fin de classe préparatoire relativement à la proportion d'étudiants qui trouvent le rythme du cours rapide (souvent ou toujours), surtout en 2011-2012 : sur les deux années, nous notons une hausse statistiquement significative (44% et 24% respectivement en 2011-2012 et 2012-2013, test de McNemar, pvalue=0).

De plus, le fait de trouver le rythme trop rapide et avoir du mal à suivre est lié au niveau* des étudiants (test du Khi-deux, pvalue=0,016).

	Répartition selon le niveau* (pour les T)		
Rythme du cours rapide (souvent ou toujours)	b 8%	m 45%	f 48%

Tableau de dépendance 23 : Rythme du cours rapide (3)

Ce sont les faibles (48%) et les moyens (45%) qui sont nombreux à trouver souvent ou toujours le rythme des cours rapide.

Les S

Pour les étudiants de voie S, le taux de ceux qui trouvent souvent ou toujours le rythme du cours trop rapide augmente aussi par rapport à la Terminale, mais pas de la même façon dans les deux lycées. À D ce taux augmente d'environ 10% au cours de chaque année, pour atteindre 12% et 25% respectivement en 2011-2012 et 2012-2013 (hausse non significatives); alors qu'à K ce taux atteint 38% en 2011-2012 (hausse statistiquement significative de 31%, test de McNemar, pvalue =0,003) et de 29% en

2012-2013 (hausse non significative de 14%). Toutefois, dans les deux lycées de voie S, le taux moyen reste inférieur à celui du lycée de voie T.

Nous notons une dépendance entre cet item et le niveau* des étudiants (test du Khi-deux, pvalue=0,004).

	Répartition selon le niveau* (pour les S)		
Rythme du cours rapide (souvent ou toujours)	b 9%	m 15%	f 39%

Tableau de dépendance 24 : Rythme du cours rapide (4)

Les bons et moyens ont nettement moins ce problème que les faibles (dont 39% répondent souvent ou toujours).

Il m'arrive d'être distrait : je pense à autre chose ou je parle avec mes voisins

Globalement

Par ailleurs, le taux d'étudiants qui se trouvent souvent ou toujours distraits diminue par rapport à la Terminale pour les étudiants de voie S et augmente pour ceux de voie T.

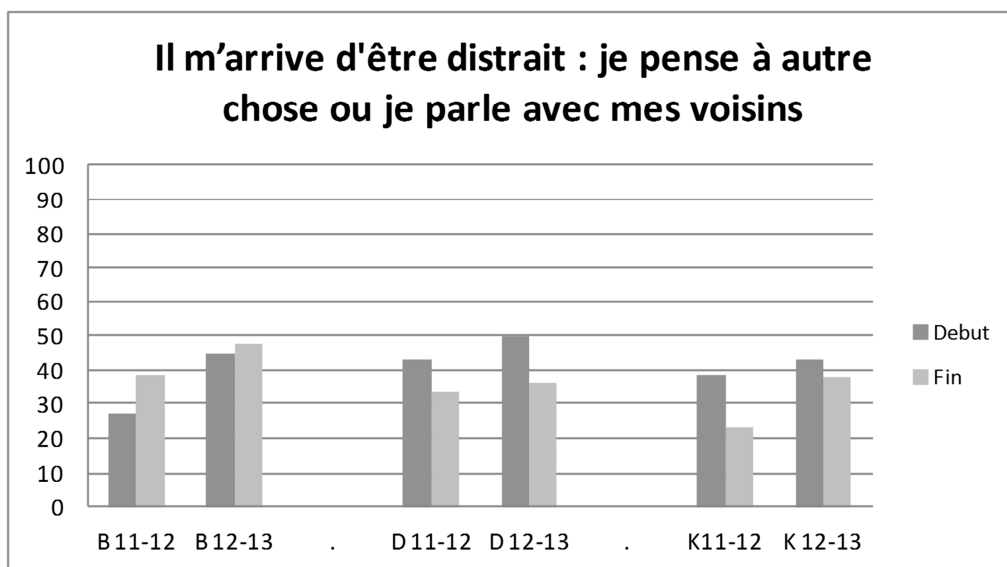


Diagramme en barres 16 : Il m'arrive d'être distrait : je pense à autre chose ou je parle avec mes voisins

Les étudiants de voie S sont moins nombreux qu'en Terminale à se trouver souvent ou toujours distraits. Le taux baisse systématiquement dans les deux lycées de voie S et pour les deux promotions (baisses non significatives) pour atteindre en moyenne 35% sur

l'ensemble, avec de faibles différences entre les classes. Une exception se présente à K 2011-2012 où ce taux atteint 23%.

Contrairement aux étudiants de voie S, les étudiants de voie T sont plus nombreux qu'en Terminale à être souvent ou toujours distraits, même si les hausses ne sont pas statistiquement significatives sur les deux promotions : 38% des étudiants sont souvent ou toujours distraits à la fin de l'année en 2011-2012, et 47% en 2012-2013.

Il n'y a pas de dépendance à signaler pour cet item. Toutefois, nous remarquons que les bons sont en général moins nombreux à être souvent ou toujours distraits que les moyens et faibles (mais sans dépendance statistique avec le niveau). Ainsi, pour les étudiants de voie S comme pour ceux de voie T, la majorité des bons ne sont jamais ou uniquement parfois distraits, tandis que les moyens et les faibles ont tendance à l'être plus souvent.

Interprétations et conjectures

Les étudiants sont plus nombreux à trouver que le rythme des cours est trop rapide et à ne pas pouvoir suivre en classe préparatoire qu'en Terminale. C'est le cas des étudiants de voie T plus que ceux de voie S en moyenne. Pour ces derniers, il s'agit plus des étudiants à K qu'à D, malgré les différences entre les promotions. Par ailleurs, le taux de ceux qui sont souvent ou toujours distraits décroît pour les étudiants de voie S alors qu'il croît pour ceux de voie T en comparaison avec la Terminale. De plus, le fait de trouver le rythme du cours trop rapide et d'avoir du mal à suivre touche surtout les étudiants faibles dans les deux voies, ainsi que les moyens de la voie T, mais c'est presque inexistant chez les bons. De même, la distraction n'est pas fréquente parmi les bons étudiants des deux voies. Nous nous posons alors la question suivante : la distraction (chez les étudiants de voie T en particulier, mais aussi en général) est-elle la cause ou le résultat du rythme rapide et de la difficulté à suivre ? Un test du Khi-deux montre qu'il n'y a pas de dépendance statistique entre les deux items (distraction et la rapidité du rythme du cours), contrairement à ce que nous aurions pu anticiper. De quels autres facteurs s'agirait-il alors ? Nous avons cherché à comprendre ce qui expliquerait ces taux, notamment pour les étudiants de voie T qui sont plus nombreux que ceux de voie S à rencontrer ces deux problèmes.

Liens entre le rythme du cours et la distraction à B

Comme nous l'avons déjà mentionné, les étudiants de B, hormis les quelques marocains, sont très agités, bavards et facilement distraits. Il est certain que l'effectif de la classe (32 en 2011-2012 et 53 en 2012-2013) ainsi que la disposition de la salle en longueur (beaucoup de tables s'éloignent du tableau) n'aident pas les étudiants à rester attentifs. Une étudiante de B nous dit qu'« *il y en a plein qui dont du bruit, qui parlent en cours et*

qui empêchent les autres en fait de se concentrer. [...] c'est aussi relié au fait qu'on est très nombreux ». De plus, ces étudiants ont un très faible niveau initial en mathématiques, le professeur est obligé de s'arrêter régulièrement pour des explications à cause de leurs lacunes sur des notions de base, ce qui fait que la progression du programme est très ralentie. Malgré cela, les étudiants sont nombreux à décrocher, certains au bout de quelques minutes de cours. Ceci explique le fait que ces problèmes soient surtout répandus parmi les étudiants faibles. Ils sont particulièrement exacerbés chez certains élèves qui finissent par abandonner complètement les mathématiques au bout d'un certain temps. H.C. évoque l'exemple d'étudiants qui débutent leur année aux premiers rangs où ils essayent de travailler, puis reculent progressivement pour se trouver au fond de la classe pour le reste de l'année. Selon lui, ils manquent de ou perdent leur motivation et viennent en cours simplement pour ne pas être convoqués à cause de leurs absences. Ils passent la séance à discuter avec leurs camarades ou sur leur portable. Connaissant bien ses étudiants, H.C. s'attendait à des taux encore plus forts pour les deux items, notamment pour B 2012-2013, étudiants plus faibles et plus agités. Il prédit que la situation s'aggraverait d'année en année avec des générations d'étudiants de plus en plus faibles.

Liens entre le rythme du cours et la distraction en voie S

Pour la voie S, nous avons aussi cherché à voir comment les professeurs expliquent les réponses des étudiants. D'abord, en ce qui concerne le rythme du cours, Z.H. n'est pas convaincu par les taux de réponse de ces étudiants : *« je me suis attendu à quelque chose de bien pire [...], c'est ça qui m'étonne oui, le rythme du cours semble rapide, qu'il y ait si peu qui le trouvent trop rapide. Ça m'étonne parce qu'en pratique, moi je vois bien le temps qu'ils mettent à recopier ce que j'écris au tableau, ça met un temps fou, d'ailleurs c'est là que ça fait des disparités dans la classe »*. Par ailleurs, étant conscient du rythme soutenu des cours, il essaye de le ralentir en s'attardant sur les explications : *« disons qu'en gros, je répète tout 4-5 fois »*. De même L.D. confirme que *« les cours sont tellement chargés et tellement rapides pour [les étudiants] »* mais qu'il met en place des dispositifs pour ralentir le rythme : *« vraiment d'année en année, je vais toujours de plus en plus lentement »* (ce qui pourrait éventuellement expliquer le taux de K 2012-2013 qui est inférieur à celui de K 2011-2012) : *« voilà, c'est pas forcément le rythme de parole etc. C'est juste que j'essaye d'aménager pour qu'ils aient moins à copier et que le temps d'explication, il soit toujours plus grand. Donc en gros, je tape de plus en plus de choses, on regarde de plus en plus de choses au vidéoprojecteur, du coup ça ralentit, enfin ça donne plus d'explication sur le temps de cours, donc j'espère qu'à force ils comprendront mieux »*. Les propos des deux professeurs correspondent en effet aux dispositifs d'organisation de leurs cours respectifs, notamment grâce aux photocopies qu'ils mettent (ou pas) à la disposition des étudiants afin de réduire le temps de prise de

notes et maximiser leur attention. Nous étudions plus précisément le travail réalisé à partir des photocopies dans le chapitre XIV.

Par ailleurs, si de plus en plus d'étudiants de voie S disent avoir du mal à suivre le cours parce qu'ils trouvent le rythme trop rapide, surtout à K en 2011-2012, de moins en moins d'étudiants sont distraits : « *je fais beaucoup plus attention en cours qu'en Terminale* », nous dit un étudiant de K. Nous postulons que la perception des étudiants quant à l'importance des mathématiques en tant que matière et de son poids dans les concours est un facteur qui pourrait expliquer, au moins en partie, les différences entre les deux voies quant à la distraction. En effet, les étudiants de voie S, plus que ceux de voie T, ne peuvent pas se permettre de ne pas être attentifs même s'ils ont des problèmes de compréhension et ils en sont conscients d'habitude. En effet, les résultats en mathématiques au concours en voie S jouent un rôle primordial dans le recrutement par les grandes écoles, alors que ceci pourrait être compensé par les résultats d'autres matières en voie T. Comme le soulignent Daverne et Dutercq (2013), les étudiants peuvent faire des choix stratégiques pour assurer leur réussite aux concours en accordant plus d'importance aux "disciplines les plus payantes".

Lors de l'entretien, les professeurs de voie S commentent les taux de réponses de leurs étudiants. L.D. ne trouve pas ses étudiants « *spécialement distraits* », il explique cela par une « *peur de décrocher* » ou encore par le fait qu'il devient « *plus sévère* » d'année en année. A contrario, Z.H. trouve qu'« *il y a beaucoup [d'étudiants] qui sont distraits, ils ne s'en rendent pas compte, [...] ils ont du mal à rester concentrés* ». Néanmoins, il affirme que « *l'ordre de grandeur* » des taux pour cet item « *correspond à la réalité* ». Afin de retenir l'attention de ses étudiants, Z.H. pose des questions « *adressées globalement à la classe pour savoir si tout le monde suit* » (interrogations orales informelles). Il a aussi mis en place un dispositif particulier : « *j'ai systématiquement des phrases que je laisse non terminées et j'attends que ce soit eux qui les terminent, c'est une façon de les garder en éveil. À l'oral, je leur explique quelque chose, ou même à l'écrit je laisse la phrase en suspend et j'attends qu'ils écrivent. En pratique c'est toujours les mêmes qui terminent les phrases donc c'est sûr que ceux qui veulent dormir, bon, je vais les chercher quelque fois mais...* ».

3. L'aide aux étudiants

Nous considérons les items suivants :

- Si je ne comprends pas, je pose une question au professeur - de la catégorie "En classe et prise de notes" ;
- Je me fais aider (amis, parents, mon prof de classe, prof particulier) - de la catégorie "Habitudes de travail en général".

En général, il n'est pas très commun que les étudiants fassent appel aux autres pour les aider, même pas au professeur en classe.

Si je ne comprends pas, je pose une question au professeur

Globalement

Sur l'ensemble, moins d'étudiants qu'en Terminale posent souvent ou toujours une question au professeur s'ils ne comprennent pas.

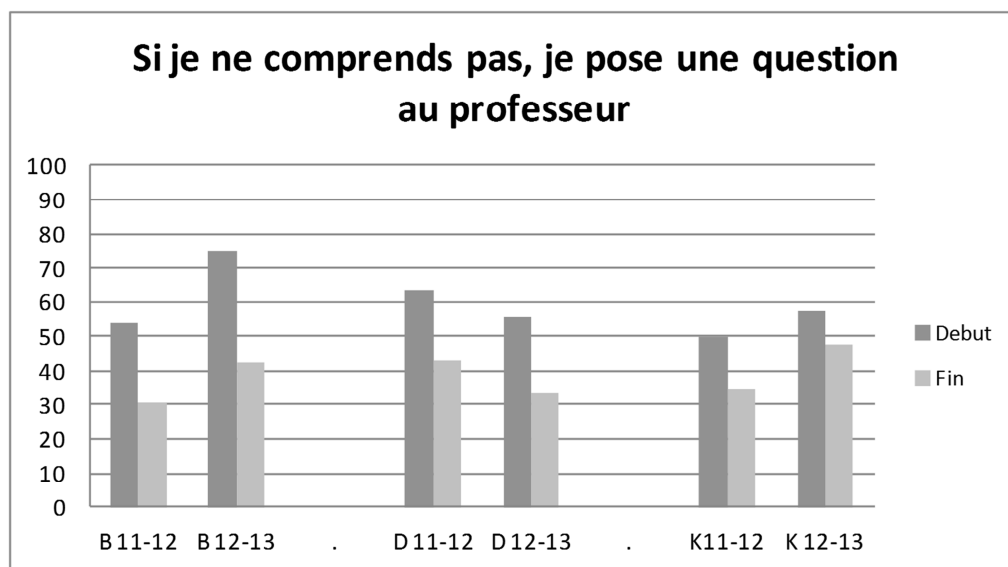


Diagramme en barres 17 : Si je ne comprends pas, je pose une question au professeur

Les baisses observées sont significatives (test de Mc Nemar, sur l'ensemble p valeur=0, à B p valeur=0,001, à D p valeur=0,011), elles sont plus marquées en 2012-2013.

Les taux de départ et de fin varient d'une promotion à l'autre et d'un lycée à l'autre, mais nous pouvons toutefois voir que la proportion moyenne d'étudiants qui posent souvent ou toujours une question au professeur est autour de 40% en fin de première année de classe préparatoire, alors qu'elle dépassait 55% en fin de Terminale.

De plus, le fait de poser une question au professeur dépend du niveau des étudiants (test du Khi-deux, p valeur=0).

	Répartition selon le niveau (pour l'ensemble)		
Poser une question au professeur (souvent ou toujours)	b 75%	m 48%	f 24%

Tableau de dépendance 25 : Poser une question au professeur (1)

Ce tableau montre une différence spectaculaire entre les bons et les faibles. Ces derniers sont nettement moins nombreux que les bons (et à moindre mesure que les moyens) à poser souvent ou toujours une question au professeur s'ils ne comprennent pas (24%). Cette différence est très marquée parmi les étudiants de voie T, mais moins parmi ceux de voie S.

En effet, pour les étudiants de voie T, nous notons une dépendance entre le fait de poser une question au professeur et le lycée d'origine des étudiants d'une part (test du Khi-deux, pvalue=0) et le niveau* des étudiants d'autre part (test du Khi-deux, pvalue=0).

	Répartition selon le lycée d'origine (pour les T)		Répartition selon le niveau* (pour les T)		
	Maroc 81%	France 18%	b 92%	m 64%	f 14%
Poser une question au professeur (souvent ou toujours)					

Tableau de dépendance 26 : Poser une question au professeur (2)

Cette pratique est nettement plus répandue parmi les marocains (81%), ou encore parmi les bons (92%) et ensuite les moyens (64%) dans cette voie.

Pour les étudiants de voie S, il n'y a pas de dépendance avec le niveau, mais nous pouvons aussi voir que les bons (55%) sont aussi nettement plus nombreux à poser une question au professeur que les faibles (31%).

Liens entre la rapidité du rythme du cours et le fait de poser une question au professeur

Nous trouvons une dépendance entre le fait de poser une question au professeur et le fait de trouver le rythme du cours rapide en fin de classe préparatoire (test du Khi-deux, pvalue=0,024).

	Poser une question au professeur		Total
	jamais ou parfois	souvent ou toujours	
Rythme du cours jamais ou parfois	70	54	124
rapide souvent ou toujours	39	15	54
Total	109	69	178

Tableau de dépendance 27 : Croisement des items Le rythme des cours me semble trop rapide, je n'arrive pas à suivre et Si je ne comprends pas, je pose une question au professeur

La plus grande proportion est celles des étudiants qui n'ont pas (jamais ou parfois) un problème de rythme et ne posent pas de questions au professeur (39%). Cela est cohérent avec nos précédentes analyses, sachant que le problème de rythme du cours est peu répandu en fin de prépa et que plus de 60% des étudiants sur l'ensemble ne posent jamais ou uniquement parfois une question au professeur.

Nous nous intéressons maintenant aux étudiants qui posent une question au professeur souvent ou toujours. Parmi ceux qui disent souvent ou toujours trouver le rythme du cours rapide, 28% posent une question au professeur, tandis que parmi ceux qui n'ont pas de mal à suivre, 44% posent une question au professeur.

Ensuite, nous considérerons ce même croisement selon le niveau des étudiants. Pour les bons étudiants, nous remarquons que 77% de ceux qui n'ont pas de problème de rythme (jamais ou parfois) posent souvent ou toujours une question au professeur, soit 71% de l'ensemble des bons étudiants (pour rappel : 75 % des bons étudiants posent toujours ou souvent des questions, 92 % n'ont pas ou peu de problèmes de rythme). Pour les faibles, uniquement 27% de ceux qui n'ont pas de problème de rythme de cours posent une question au professeur, soit 16% de l'ensemble des étudiants faibles.

Nous conjecturons donc qu'il faut d'abord être capable de suivre pour pouvoir poser des questions au professeur mais aussi que cette pratique est liée au niveau en mathématique, ce qui peut être doublement interprété : leur statut dans la classe autorise les bons à poser des questions, les explications qu'ils obtiennent les aident à mieux comprendre le cours, ce qui peut avoir des conséquences sur leurs performances.

Je me fais aider (amis, parents, mon prof de classe, prof particulier)

Pour cet item il s'agit du taux cumulé de ceux qui ont répondu "assez régulièrement" ou "régulièrement".

Nous signalons que contrairement à l'item précédent qui concerne la compréhension en classe, cet item n'est pas lié à une phase particulière, il s'agit de l'aide en général.

Globalement

Par ailleurs, en ce qui concerne l'aide par les autres, le taux moyen sur l'ensemble est inférieur à 50%. Néanmoins, nous notons des différences entre les lycées selon les promotions.

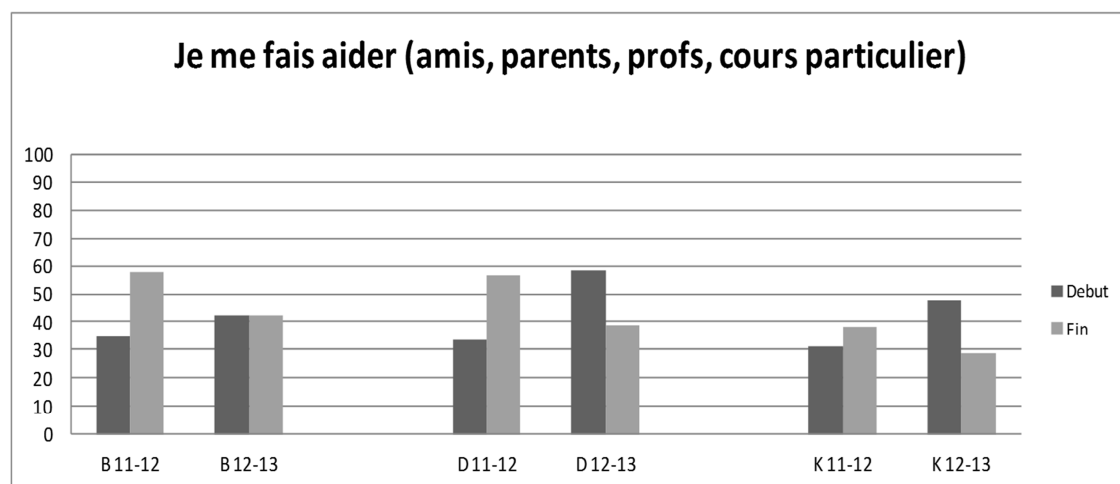


Diagramme en barres 18 : Je me fais aider (amis, parents, mon prof de classe, prof particulier)

Sur l'ensemble, il n'y a pas d'évolution significative par rapport à la Terminale. Cela s'explique par une hausse statistiquement significative sur l'ensemble en 2011-2012 (test de McNemar, $p\text{valeur}=0,02$) neutralisée par une baisse globale (non significative) en 2012-2013. En effet, vers la fin de l'année 2011-2012, plus d'étudiants qu'en Terminale se font aider assez régulièrement ou régulièrement dans les trois lycées, surtout à B et D (hausse de 23%), mais nettement moins à K (hausse de 8%). Le taux moyen sur l'ensemble en fin d'année est de 51%. Vers la fin de l'année 2012-2013, c'est le contraire. On observe une baisse du taux de ceux qui se font aider assez régulièrement ou régulièrement parmi les S et un taux constant chez les T, pour atteindre environ 40% à B et D et 29% à K. Le taux moyen sur l'ensemble en fin d'année est de 38%.

Par ailleurs, il n'y a pas de dépendance pour cet item sur l'ensemble. Toutefois, nous avons cherché les dépendances pour chaque voie. Il s'avère alors que pour les étudiants de voie S, malgré les différences entre les lycées, il y a une dépendance entre le fait de se faire aider et le niveau* des étudiants (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,032$).

	Répartition selon le niveau* (pour les S)		
Se faire aider par les autres (assez régulièrement ou régulièrement)	b 18%	m 35%	f 52%

Tableau de dépendance 28 : Se faire aider par les autres

Les faibles sont plus nombreux à se faire aider assez régulièrement ou régulièrement (52%) que les moyens (35%) et que surtout les bons (18%).

La situation est très différente pour les étudiants de voie T mais il n'y a pas de dépendance statistique. L'aide par les autres est surtout répandue parmi les moyens

(63%) et les bons (54%), donc majoritairement des marocains, mais moins parmi les faibles (43%).

Liens entre les items sur l'aide et les items sur les discussions entre deux cours

Nous avons croisé chacun des deux items sur les discussions entre deux cours (du cours et des exercices) respectivement avec chacun des deux items sur l'aide (aide par les autres et question au professeur). Nous trouvons d'une part une dépendance entre le fait de se faire aider par les autres et les discussions du cours (test du Khi-deux, $p_{\text{valeur}}=0$), d'autre part entre le fait de poser une question au professeur et les discussions des exercices (test du Khi-deux, $p_{\text{valeur}}=0,022$).

Pour chaque croisement, avec ou sans dépendance statistique, nous nous intéressons particulièrement à la réponse avec la plus grande proportion parmi les quatre combinaisons de réponses possibles. Il s'agit systématiquement des étudiants qui ont répondu jamais ou parfois/rarement aux deux items du croisement, avec une proportion moyenne pour les quatre croisements d'environ 39% (69 étudiants en moyenne).

Nous postulons qu'il s'agit d'étudiants repliés sur eux-mêmes, qui n'interagissent pas avec les autres pour le cours de mathématiques. Deux hypothèses sont alors envisageables : soit ces étudiants s'isolent parce qu'ils sont bons et qu'ils n'ont besoin de personne, soit parce qu'ils sont faibles et qu'ils ont renoncé à l'aide et aux interactions avec les autres.

En cherchant ces mêmes croisements selon le niveau des étudiants pour l'ensemble, nous trouvons la répartition suivante :

	Nombre total d'étudiants ayant répondu jamais ou parfois/rarement	Bons	Faibles
Se faire aider par les autres & Discussions du cours	71	11 étudiants (15%)	33 étudiants (46%)
Se faire aider par les autres & Discussions des exercices	64	9 étudiants (14%)	34 étudiants (53%)
Poser une question au professeur & Discussions du cours	70	6 étudiants (9%)	41 étudiants (59%)
Poser une question au professeur & Discussions des exercices	72	6 étudiants (8%)	48 étudiants (67%)

Tableau 16 : Croisement des items sur l'aide et les items sur les discussions entre deux cours selon le niveau des étudiants

Nous pouvons donc voir que ces étudiants repliés sur eux-mêmes sont majoritairement des étudiants faibles, tandis que les bons étudiants qui s'isolent sont peu nombreux.

En creusant plus, nous trouvons que sur l'ensemble, 43 étudiants répondent "jamais ou parfois" aux quatre items concernant l'aide et les discussions, dont 25 étudiants faibles (9 S et 16 T). Parmi eux, 33 étudiants sont souvent ou toujours d'accord avec le fait que l'entraide soit importante pour leur réussite, dont 19 faibles (5 S tous de K, et 14 T)

Cela confirmerait notre hypothèse sur l'effet de l'entraide comme dispositif de soutien moral et sur le fait que ceux qui souffrent le plus ont vraiment besoin de former une contre-tribu "enveloppante".

Interprétations et conjectures

En classe, les étudiants des trois lycées sont moins nombreux qu'en Terminale à poser fréquemment (souvent ou toujours) des questions au professeur lorsqu'ils ne comprennent pas. Les professeurs nous confirment qu'ils s'en rendent compte malgré le fait qu'ils encouragent les étudiants à poser des questions et sont toujours prêts et disponibles pour leur répondre. Z.H. nous en parle à plusieurs reprises, il trouve qu'il le fait même trop dans certains cas. De même, L.D. nous dit qu'il répond toujours aux questions des étudiants. Une étudiante de B nous raconte que H.C. répond aux questions tout le temps, pendant le cours, pendant la correction des exercices, il va même jusqu'à *« reprendre la formulation de la question »* et élaborer des réponses qui *« durent TRÈS longtemps [...] et puis il y a d'autres questions qui se rajoutent »*, ce qui ralentit le cours selon elle.

Qui pose des questions au professeur ?

Cette pratique est liée au niveau des étudiants, elle est très présente chez les bons étudiants en général et peu chez les étudiants faibles. La différence est très marquée pour les étudiants de voie T, entre les marocains (bons et moyens) et les non marocains. Lors de l'entretien avec une étudiante de B, elle nous confie que les marocains posent en effet beaucoup de questions au professeur, cherchant souvent à obtenir des réponses concernant des méthodes et stratégies de résolution. H.C. nous le confirme à son tour : *« ils sont très preneurs, ils ont été formatés comme ça en plus [dans leur lycée]. Et je vais même vous dire, j'ai eu souvent comme des conflits avec eux, enfin avec certains d'entre eux, parce qu'ils aiment bien poser des questions et avoir des réponses à des questions du style est-ce que c'est toujours comme ça »*. Ceci est une raison qui pousse H.C. à ne pas les accepter en cours de soutien puisqu'ils risquent de déranger les étudiants en difficultés.

De son côté, Z.H. nous explique que les étudiants faibles posent de moins en moins de questions en cours d'année en attribuant ce phénomène à la perte de confiance : *« ce qui est frappant à la fois l'année dernière et cette année d'ailleurs ça arrive, il y a des élèves*

qui en début d'année posent plein de questions, et ils ont raison d'en poser parce qu'ils sont faibles, ils ont pas compris, ils veulent être sûrs, et c'est bien, ça aide tout le monde, je leur dis d'ailleurs. Et qui, au fur et à mesure, au bout de quelques mois, se fatiguent de poser des questions, parce que je pense il y a la comparaison avec le reste de la classe. Il se trouve que les deux exemples auxquels je pense, un l'année dernière et un cette année, ce sont des élèves assez faibles, et qui ont progressé bien sûr mais pas autant qu'ils espéraient ou qui progressaient peut-être moins vite, ils avaient l'impression, c'est souvent une impression pas la réalité, ils se disent je dois poser des questions bêtes ou pas, évidemment quand je réponds je ne dis jamais, je réponds toujours de façon complète étant conscient que eux ils posent la question heureusement parce que c'est toujours pareil, je leur dis d'ailleurs. Et c'est vrai que le nombre de questions a tendance à diminuer chez ces élèves là. ». Il précise que ce n'est pas du tout le cas des bons élèves : *« par contre, il y en a d'autres, c'est ceux qui sont plus en confiance parce qu'ils arrivent à progresser avec leurs difficultés, mais qui progressent et puis ils sont bien placés dans la classe, ceux-là continuent à poser des questions, ça change pas, voir augmente plutôt parce qu'ils sont plus en confiance. Chez les faibles effectivement ça s'éteint assez vite et je pense que c'est une gêne vis-à-vis de la classe ».*

De plus, nous avons conjecturé que les bons sont plus nombreux que les faibles à poser une question au professeur parce qu'ils sont déjà nettement moins nombreux que les faibles à avoir du mal à suivre le rythme du cours. Les professeurs partagent notre point de vue. L.D. attribue la baisse du nombre de questions posées à la difficulté des étudiants à tenir le rythme du cours : *« peut-être que c'est, les cours sont tellement chargés et tellement rapides pour eux qu'il doit y avoir tellement de questions, que du coup peut-être, ils en posent moins, parce que de toute façon après, ils s'habituent à ne plus comprendre, ce qui est un peu pessimiste mais... alors qu'en terminale ils devaient être plutôt à l'aise et quand ils ne comprenaient pas c'était plutôt l'exception ».* Z.H. fait explicitement le lien avec le niveau des étudiants : *« il y a certains qui sont venus me voir à la fin du cours et ils avaient noté pendant le cours que là ils avaient pas compris. Mais encore une fois, c'est très particulier, c'est chez les élèves qui sont bosseurs qui sont plutôt bons, qui peuvent se permettre de suivre pendant le cours. Donc ça reste très minoritaire ».* Enfin, H.C. nous explique que les étudiants sont nombreux à poser beaucoup de questions à leur arrivée en début d'année. Ensuite, au fur et à mesure que les cours évoluent, les faibles posent de moins en moins de questions, se rendant compte de leurs lacunes et difficultés, ne pouvant plus *« s'accrocher »* au rythme des cours, ils finissent par lâcher. Il donne l'exemple d'une étudiante qui est *« arrivée nullissime et elle l'est au moins autant. Mais elle ne le savait pas ou elle ne se rendait pas compte. Ils ne savent pas en terminale que c'est à ce point là ».* Parmi les conseils des étudiants à leurs successeurs, une étudiante insiste qu'il faut *« bien écouter en cours et réussir à*

participer, parce que s'ils abandonnent très vite, en fait ils seront perdus pour le reste, il faut pas lâcher ! ».

Se faite aider : les pour et les contre

Par ailleurs, les étudiants des deux voies ne sont pas très nombreux à avoir assez régulièrement ou régulièrement recours à l'aide des autres (parents, amis, profs, cours particulier) pour les mathématiques. Il s'agit moins de 50% des étudiants en moyenne sur l'ensemble, sachant que les comportements changent d'un lycée à l'autre et d'une année à l'autre. À travers les échanges avec les étudiants, nous comprenons que certains ne se font pas aider parce qu'ils ne trouvent pas une personne "compétente" pour les aider, ne faisant pas confiance aux parents et aux amis ou ne comprenant pas les explications des autres, à quoi s'ajoute le coût des cours particuliers. Quelques uns évoquent la gêne qu'ils éprouvent vis-à-vis de leurs camarades, ce qui les décourage de poser des questions « *par peur de déranger les autres* » qui semblent gênés lorsqu'on leur demande de l'aide ou encore qui sont très compétiteurs. Cependant, il ne faut pas oublier ce que nous avons déjà évoqué (cf. chapitre VI section 2) concernant le travail de groupe qui prend la forme d'explications concernant des notions non comprises ou d'exercices de DM par exemple. Il s'agit alors d'une sorte d'aide entre les étudiants. Par ailleurs, les professeurs insistent qu'ils sont disponibles pour aider les étudiants en dehors de la classe aussi. Par exemple, L.D. nous dit que certains étudiants viennent vers lui surtout avant une colle qu'ils doivent passer « *avec quelqu'un qui les impressionne un peu où je vois arriver la liste des post-it* [avec des questions] ». De plus, H.C. et Z.H. rappellent que des dispositifs sont mis en place afin d'aider les étudiants. En effet, à B et D, les cours de soutien de mathématiques sont conçus pour répondre aux questions des étudiants concernant les notions qu'ils n'ont pas comprises. Il est donc possible de les compter parmi les sources d'aide auxquelles peuvent avoir recours les étudiants.

Un bilan des interactions avec les autres

Nous n'avons pas trouvé de dépendance entre le fait de poser des questions au professeur et le fait de se faire aider par les autres. Toutefois, nous avons aussi exploré les liens entre les items sur l'aide et les items sur les discussions entre deux cours. Nous trouvons d'abord qu'environ un quart des étudiants se replie complètement sur eux-mêmes, donc ne cherchent pas l'aide des autres pour le travail mathématique dans toutes ses formes. De plus, ces étudiants sont majoritairement faibles, ayant sans doute renoncé à l'aide, mais valorisant quand même l'entraide en termes de soutien moral.

Par ailleurs, nous trouvons que les bons, qui sont peu nombreux à s'isoler, ont des comportements différents selon la voie vis-à-vis de l'aide pour les mathématiques. Nous pouvons alors faire un bilan des liens entre ces items (aide et discussions) selon le niveau des étudiants par voie. Il semble que les bons étudiants de voie T (tous marocains),

contrairement aux faibles étudiants de voie T, sont très nombreux à s'engager dans des discussions avec d'autres étudiants entre deux cours, à poser une question au professeur lorsqu'ils ne comprennent pas en classe et à se faire aider par les autres en général. Ces étudiants sont donc très favorables aux interactions en classe et en dehors de la classe, avec toute personne qui peut leur être utile lorsqu'ils travaillent les mathématiques. Encore une fois, nous y voyons une dimension "culturelle" spécifique chez les marocains.

A contrario, les bons étudiants de voie S sont très peu nombreux à s'engager dans des discussions avec d'autres étudiants entre deux cours et à se faire aider par les autres en général. Cependant, plus de la moitié posent des questions au professeur lorsqu'ils ne comprennent pas. Il semble que ces étudiants ne cherchent donc pas l'aide en dehors de la classe (étudiants, amis, parents, professeur particulier), mais s'adressent plutôt directement à leur professeur en classe. Ce n'est pas le cas des étudiants faibles de voie S qui, au contraire, semblent préférer les discussions avec les autres étudiants et l'aide des autres, plutôt que de poser des questions au professeur en classe. Z.H. nous dit que le problème de ces étudiants « *c'est qu'il n'y en a pas beaucoup qui arrivent à être dans l'échange en direct [avec le professeur]. La plupart s'estiment, d'ailleurs se jugent à tort, ce que je leur dis, se jugent tellement dépassés qu'ils essayent même pas. C'est le point qui est difficile, c'est de leur faire passer qu'ils en sont capables* ». Nous retenons la citation suivante de Chevallard (2002) qui fait écho à ce que dit Z.H. et explique le comportement des faibles S : « [...] *une idée dominante, qui fait symptôme, en matière de diffusion de connaissances, celle d'une diffusion radiale, où les connaissances vont directement d'un "centre de diffusion" – le professeur de la classe par exemple – à chacun des "destinataires" visés – les élèves de la classe. Contre ce modèle dominant, on doit en effet avancer, pour compléter l'analyse du tribalisme en matière de changement cognitif, un modèle de percolation : les connaissances et pratiques "percolent" d'une institution à une autre, et elles percolent au sein d'une institution donnée – une classe par exemple –, parvenant ainsi aux acteurs de l'institution selon des trajets variés, souvent multiples. C'est ainsi que nombre d'élèves apprennent moins de leur professeur que, indirectement, de quelques-uns de leurs camarades, par exemple parce qu'ils ne s'autorisent pas à soutenir avec le professeur un rapport direct, duel, qui les exposerait, à biens des égards, d'une manière vécue par eux comme peu supportable. Nombre d'élèves, donc, apprennent (ou n'apprennent pas) "à cause" de leurs camarades de classe, de leurs camarades d'autres classes, "à cause" aussi de leurs parents, parce que – répétons-le – les apprentissages sont un changement qu'on assume ensemble.* » (p.95).

4. Synthèse

Globalement, que ce soit lorsqu'ils travaillent en général les mathématiques ou lorsqu'ils assistent au cours en classe, les étudiants en fin de classe préparatoire sont plus nombreux

à se trouver confrontés à des problèmes qu'en fin de la Terminale. Ce constat est prévisible étant donné les exigences des classes préparatoires, le rythme accéléré des cours, le planning surchargé des journées et des semaines entre cours, colles et évaluations écrites... La situation est plus difficile pour une partie des étudiants de voie T où la transition entre la Terminale et la première année de prépa est assez brutale et les étudiants ont un niveau plus faible en mathématiques déjà au départ.

Les problèmes en rapport avec les habitudes de travail en dehors de la classe sont marqués partout, malgré les différences (non significatives) entre les lycées, voire même les classes, avec des taux moyens qui varient entre 40% et 60%. Il n'y a pas de distinction entre les voies, sauf pour la préparation des interrogations, ce problème étant plus répandu parmi les étudiants de voie T d'une part pour les raisons déjà évoquées et parmi les étudiants faibles d'autre part. Nous avons exploré la dépendance des cinq problèmes deux à deux et nous trouvons deux dépendances significatives : une première entre les deux problèmes en rapport avec l'aptitude au travail ("*Je n'arrive pas à me mettre au travail lorsqu'il le faut, surtout le soir et après les cours*" et "*Lorsque j'étudie, je ne suis pas capable de me concentrer et de le rester jusqu'à ce que je termine*") et une deuxième entre les deux problèmes de gestion du temps ("*J'éprouve des difficultés à organiser efficacement mon temps*" et "*Je reporte mon travail et puis je me retrouve débordé*").

Pour les difficultés en classe, les différences sont plus marquées entre les voies et même entre les lycées. D'abord, les étudiants sont plus nombreux qu'en Terminale à ne pas pouvoir suivre en classe à cause du rythme rapide du cours. Ce problème est plus marqué pour les étudiants de voie T que ceux de voie S en raison de la configuration de la classe ainsi que du faible niveau des étudiants. En outre, parmi les étudiants de voie S, les taux de ceux qui ont souvent ou toujours un problème de suivi sont plus forts à K qu'à D, toutefois le professeur à D affirme qu'il y a sûrement plus d'étudiants qui ne sont pas conscients de leur problème et donc ne le signalent pas. Quant à la distraction, les taux diminuent par rapport à la Terminale en voie S où les étudiants se rendent compte du rôle que jouent les résultats en mathématiques dans leur recrutement par les écoles de commerce. A contrario, les taux sont à la hausse en voie T, pour les mêmes raisons évoquées ci-dessus. De plus, ces deux difficultés touchent très peu les bons étudiants des deux voies, notamment les marocains de la voie T.

Malgré les difficultés qui s'accroissent en première année de classe préparatoire, les étudiants font relativement peu appel aux autres pour les mathématiques. En effet, dans les trois lycées, nettement moins d'étudiants qu'en Terminale posent des questions au professeur en classe lorsqu'ils ne comprennent pas. Cette pratique est cependant clairement plus présente parmi les bons étudiants que les faibles partout. Nous attribuons cela en grande partie à leur capacité à suivre le rythme du cours qui leur permet de poser des questions d'une part, à la confiance que leur donne leur réussite d'autre part.

Inversement les faibles posent peu de questions, selon les professeurs de moins en moins au fil de l'année ; ils n'osent plus intervenir en classe. De plus, en moyenne, les étudiants ont moins recours à l'aide des autres (parents, amis, profs, cours particulier) pour les mathématiques. Néanmoins, cet item présente des différences entre les trois lycées et les deux promotions, ainsi qu'en termes du niveau des étudiants. Il est donc difficile de résumer la situation en deux mots.

Par ailleurs, nous avons établi des liens entre un aspect de la collaboration, les discussions entre deux cours avec les autres étudiants, et l'aide que reçoivent les étudiants du professeur en classe ou des autres en général, selon le niveau des étudiants et par voie. Nous identifions alors quatre profils d'étudiants. Nous trouvons d'abord une proportion non négligeable d'étudiants qui se replient sur eux-mêmes, plus présents parmi les faibles des deux voies qui semblent avoir renoncé aux mathématiques. S'y opposent une grande partie des faibles de la voie S qui forment une contre-tribu comme nous l'avons déjà précisé (cf. chapitre VI section 4), qui sont favorables aux aides extérieures et qui s'engagent dans des discussions avec leurs camarades. Quant aux bons étudiants, nous retrouvons d'une part les bons étudiants de voie S qui sont très nombreux à se contenter des explications du professeur, ne cherchant pas d'aide externe. Nous postulons que ces derniers, qui sont moins mis en danger par l'institution, ne ressentent pas le besoin de s'ouvrir aux autres. D'autre part, il y a la tribu des marocains de la voie T qui sont très ouverts à, voire même très demandeurs de, toute sorte de participation, ce que nous attribuons essentiellement à des prédispositions culturelles.

CHAPITRE VIII : LA PRISE DE NOTES EN CLASSE

Un troisième thème qui nous intéresse est celui de la prise de notes par les étudiants en classe. Nous examinons les réponses des étudiants concernant ce qu'ils notent pendant le cours et ce qu'ils ajoutent en plus par eux-mêmes par rapport au cours du professeur.

Dans un premier temps, nous élaborons un descriptif du cours de chaque professeur. Les professeurs nous ont indiqué qu'ils répartissent leurs séances habituelles (hors TD) entre l'explication du cours et le travail autour des exercices, en essayant de préserver un ratio de 50/50 entre les deux. Ainsi, nous nous intéressons d'abord au déroulement de l'explication du cours dans chaque classe. Ensuite, nous nous attardons sur la correction des exercices en classe, lors des séances habituelles et/ou de TD. Pour l'élaboration de ce descriptif et pour l'analyse des items en question, nous nous appuyons sur les informations qui nous parviennent des échanges avec les professeurs et étudiants concernant le cours du professeur (déroulement, contenu et ressources), ainsi que sur les rares observations que nous avons menées dans les classes.

Dans un second temps, afin de vérifier les résultats et conjectures, nous croisons les réponses des étudiants avec une analyse des documents que nous avons recueillis (polycopiés distribués par les professeurs et cahiers des étudiants) pour un échantillon d'étudiants. Il s'agit uniquement de huit étudiants⁹¹ de la voie S (4 de D et 4 de K) de la promotion 2012-2013 pour lesquels nous avons conservés les documents (pour le chapitre des matrices). Ces étudiants, jugés "preneurs de notes" par leurs professeurs respectifs, ont un niveau moyen ou faible en mathématiques en fin d'année. Nous ne nous pouvons donc prétendre que le rapprochement effectué entre les réponses et les documents soit représentatif de l'ensemble des étudiants, mais il nous permet de confirmer certaines interprétations.

1. Descriptif du déroulement du cours

Le cours de L.D.

Pour un chapitre donné, le cours de L.D. est entièrement fait à partir d'un polycopié distribué aux étudiants en début de chapitre, dans lequel le texte de cours est incomplet. Selon L.D., chaque polycopié contient les "grandes lignes" du chapitre (10-15 pages selon les chapitres), soit les définitions et notations, les propriétés et propositions, quelques démonstrations courtes et exemples de cours, enfin des énoncés d'exercices de

⁹¹ Nous ne tenons pas compte des réponses des 6 autres étudiants de voie S étant donné que nous avons éliminé leurs documents recueillis en cours d'analyse pour des raisons explicitées dans le chapitre XIV, ni de ceux de la voie T puis que nous avons uniquement pu obtenir des copies de DS pour les étudiants de cette voie et non des documents de cours.

cours. Nous analyserons en détail le polycopié pour un chapitre dans la suite (cf. chapitre XIV). L.D. nous explique qu'il « *essaye d'aménager pour qu'ils [les étudiants] aient moins à copier et que le temps d'explication il soit toujours plus grand* ». Ainsi, il intègre de plus en plus d'éléments dans ce polycopié pour gagner du temps de recopie et pour s'assurer que les étudiants ne notent pas des versions erronées des points-clefs du cours. Habituellement, durant une séance de cours, un étudiant désigné par L.D. lit à voix haute un passage du contenu du polycopié qui est projeté au tableau (à l'aide d'un vidéoprojecteur). Ceci permet de ralentir le rythme du cours en laissant plus de temps pour les explications. Ainsi, L.D. commente, sans réécrire au tableau, les parties du polycopié en donnant des remarques oralement et en insistant « *lourdement* » sur les notions et passages clefs : « *je leur dis ça vous marquez, attention, vous le mettez en majuscule, en fluo* ». Il leur dit même explicitement de noter des expressions comme "astuce" ou "important" ou de mettre des points d'exclamation dans la marge... Nous nous attardons sur ces commentaires d'ordre "méta" dans la suite (cf. chapitre XIV). Ensuite, il complète son cours par les démonstrations non faites qu'il rédige au tableau en les expliquant et par des exemples qu'il développe, pendant que les étudiants en prennent note. L.D. insiste beaucoup sur les démonstrations qui sont pour lui « *la base des maths* » sachant que les étudiants ne les apprécient pas. Il met en avant l'aspect pratique et générique qui justifie son choix d'une démonstration qui peut servir aux étudiants dans d'autres situations. Quant aux exercices de cours, seuls les énoncés sont donnés, ils ne sont jamais corrigés dans le polycopié.

Le cours de F.M.

Les informations que nous avons réussies à obtenir concernant le cours de F.M. (pour la promotion 2011-2012) sont très limitées étant donné que nous n'avons pas pu avoir d'entretien avec lui. Il s'agit d'informations provenant d'échanges informels avec lui (discussions et mails) ainsi que de nos brefs passages d'observation dans sa classe. Pour chaque chapitre, F.M. distribue un polycopié très abrégé (3-4 pages), qui donne le plan du cours ainsi que certaines définitions, mais pas les démonstrations ni les exemples qu'il traite en classe au tableau. Il projette le polycopié avec un vidéoprojecteur et le commente « *ce qui évite de le réécrire au tableau et laisse un peu plus de temps pour expliquer et donner d'autres exemples suivant la réaction de la classe* ». F.M. précise que les « *élèves ont de plus en plus de mal avec la langue française* », ce qui rend la prise de notes difficile pour eux.

Le cours de Z.H.

Le cours de Z.H. a évolué pendant l'année 2012-2013 pour s'adapter au rythme et aux besoins des étudiants, sachant qu'il s'agissait de sa première année d'enseignement à D. Z.H. nous explique : « *quand je suis arrivé dans cette classe, moi il a fallu que je m'adapte au niveau. Je venais d'une classe qui a un bon niveau, de matheux, forts et je*

suis arrivé là. Donc j'avais préparé déjà le décalage, mais il m'a fallu un temps d'adaptation. [...] Alors assez vite j'ai compris, j'ai adapté ». Cette adaptation a touché plusieurs aspects du cours de Z.H., y compris la forme du cours enseigné, les devoirs, les colles... que nous évoquerons dans la suite. Nous rencontrons ici un phénomène signalé par Rauscher (2010), l'existence d'une phase d'adaptation qui touche de nombreux professeurs de CPGE rendue possible par l'autonomie dont ils jouissent : *« Ces professeurs disent se servir de la très large autonomie dont ils jouissent pour s'adapter au niveau de leurs élèves, sans ressentir la nécessité de créer de nouvelles structures. Plusieurs enseignants [...] témoignent ainsi du fait que, confrontés à des élèves d'un niveau inférieur à celui qu'ils s'attendaient à trouver en CPGE, ils ont modifié leur manière de faire cours, mais qu'ils éprouvent toujours la même satisfaction à exercer ce métier, compte tenu de la liberté qui continue de leur être accordée au sein des classes. »* (pp.308-309)

Ainsi, Z.H. a commencé son année en faisant son cours entièrement au tableau, il écrivait *« absolument tout »*, étant *« convaincu que le fait d'écrire est un premier pas dans l'apprentissage »*. L'année s'avancant, il s'est rendu compte que cette stratégie prenait beaucoup de temps, qu'elle réduisait le temps de l'explication. De plus, les étudiants passaient leur temps à copier du tableau : *« je vois bien le temps qu'ils mettent à recopier ce que j'écris au tableau, ça met un temps fou, d'ailleurs c'est là que ça fait des disparités dans la classe parce qu'il y en a qui prennent note correctement, il y en a qui ne savent pas prendre note, et du coup il y en a qui s'en sortent pendant que d'autres prennent un peu de retard »*. Plusieurs copiaient sans nécessairement comprendre ni interagir, ils se comportaient en présents-absents : *« parce qu'ils sont fatigués et ils écrivent s'il y a quelque chose à écrire, ils écrivent sans comprendre en se disant je verrai ça chez moi plus tard »*. Il a alors décidé de changer de méthode en allant à l'extrême opposé vers le milieu de l'année. Il a décidé de distribuer des photocopiés de cours complets et de développer les exemples au tableau : *« à mi-chemin, à un endroit où il est moins essentiel de recopier des définitions, où il s'agit plus de savoir-faire, j'ai décidé de distribuer le reste du cours, pour gagner du temps. Il n'y a donc pas eu de rupture entre les deux, juste un changement de support »*. Son but était d'alléger autant que possible la prise de notes pour les étudiants afin de maximaliser leur attention : *« même limite je recopiais des choses qui étaient déjà écrites sur le poly parce que c'était important qu'ils suivent en même temps que moi le raisonnement donc quitte, même si c'était déjà écrit sur le poly, quitte à leur dire suivez, ne vous inquiétez, pas je l'ai écrit donc vous n'avez pas à prendre de notes mais je veux que vous soyez avec moi dans le raisonnement. Donc, c'est déjà écrit, ne vous occupez pas de la prise de notes, c'est tellement lent quand on veut essayer de faire autre chose, soyez avec moi attentifs et on y va. »*. Ses photocopiés sont effect très complets (20-30 pages selon les chapitres), présentant un cours exhaustif rédigé en détail : définitions, notations, propriétés, propositions,

démonstrations, enfin exemples et exercices de cours qu'il développe en classe. Nous analyserons en détail le polycopié pour un chapitre dans la suite (cf. chapitre XIV).

En général, Z.H. lit le cours du polycopié pendant que les étudiants suivent des yeux, il s'arrête de temps en temps pour faire un commentaire oralement, répondre à une question ou noter quelque chose au tableau. Occasionnellement, il interpelle un étudiant qui décroche ou bavarde en lui demandant de lire, mais il trouve que c'est très disciplinaire et peu pratique : *« ça va freiner des quatre fers, ils lisent à basse voix, on entend rien »*. Il précise qu'il passe surtout du temps sur les explications et les exemples : *« les morceaux où je prends vraiment un temps fou, c'est les explications, alors soit un passage technique dans une démonstration sur lequel j'insiste, parce que c'est quelque chose qui peut leur servir, qui tient lieu d'exercice en fait, soit un exercice, même un exemple que je traite en détail, là ça vient, voilà ce qu'on veut, voilà où on va, pourquoi on fait ceci, pourquoi on fait cela, et c'est ça qui prend du temps. Lire un énoncé de théorème ou même l'écrire, encore une fois la plupart d'entre eux n'ont pas la, on peut dire n'ont pas la culture pour appréhender un énoncé théorique, donc ils attendent que ça passe, c'est comme une souffrance qu'il faut s'infliger, voilà on va leur lire un théorème, on ne sait pas à quoi ça sert, on ne va surtout pas écouter, et j'en ai plusieurs cette année qui, clairement je venais de le dire quoi, ils me reposaient la même question sur l'exemple que je viens d'expliquer, oui mais c'est l'exemple, c'est pareil ils ne font pas le lien, donc c'est pour cela que je passe du temps sur les exemples parce que c'est là qu'ils apprennent. »*. Ainsi, nous pouvons voir qu'en plus des exercices et des exemples, Z.H. s'attarde essentiellement sur des passages de démonstrations qui jouent le même rôle technique qu'un exercice. Dans ses explications relatives aux démonstrations, il se préoccupe à la fois des causes et des buts, deux besoins différents correspondant à deux fonctions technologiques (cf. chapitre III section 2). À l'opposé, il explique qu'il en est venu à minorer l'importance des énoncés des théorèmes étant donné que les étudiants n'y prêtent aucune attention pendant l'explication du cours. D'une certaine façon, Z.H. explicite ce qui pourrait être une spécificité des CPGE en opposition à l'insistance sur le savoir académique de l'université, du moins dans cette filière.

Z.H. affirme que l'utilisation d'un polycopié complet s'est avérée avantageuse pour certains étudiants mais pas pour tous. En effet, certains en profitaient justement pour se distraire : *« il y en a beaucoup qui au fur et à mesure se disaient je n'ai pas à écrire donc je n'ai pas à travailler et je discute avec le voisin, [...] donc là, j'ai de l'appel à l'ordre à faire régulièrement »*. De plus, les étudiants qui se déconcentrent facilement ou qui ont du mal à comprendre décrochaient tout de suite : *« ils étaient assez vite fatigués, assez vite, ils décrochent, [...] au bout d'une demi-heure à lire un poly il n'y a plus personne, enfin, si, il y a un groupe de sérieux qui sont là qui se forcent mais même eux se fatiguent »*. Ainsi, l'année suivante (2013-2014, non concernée par notre étude), Z.H. a

décidé de donner des photocopiés « à moitié » dans lesquels il met uniquement les énoncés et les remarques simples sans rien développer, puis les complète au tableau en ajoutant les démonstrations. Il espère que cette méthode, qui nécessite une prise de notes complémentaires de la part des étudiants, les gardera en éveil.

Le cours de H.C.

Le format du cours de H.C. change d'une séance à l'autre selon le chapitre et continue à évoluer d'une année à l'autre. En effet, H.C. nous explique qu'il n'est pas « *un type à avoir une méthode très stricte, il peut [lui] arriver de déroger un peu. [Il n'est pas] du genre à faire absolument toujours comme [il a fait] la fois d'avant, mais en gros c'est comme ça qu'[il fait]* ». Pour le cours des deux promotions qui nous concernent (2011-2012 et 2012-2013), H.C. donne un photocopié pour certains chapitres (par exemple, matrices ou probabilité) avec un texte de cours incomplet, mais ce n'est pas systématique. Lorsqu'il en donne, il y met les théorèmes et définitions, mais pas les preuves (exceptionnellement deux lignes) ni les détails des exemples qu'il complète au tableau en les commentant. Ainsi, pendant l'explication, il « *fait un break* » avec les étudiants pour remplir les trous et répondre aux questions, l'objectif de ce dispositif étant de gagner du temps. Mais il lui arrive aussi de faire des cours magistraux sur un chapitre en entier où les étudiants doivent tout recopier du tableau, ce qui nécessite plus de temps pour le cours et en laisse moins pour les exercices. De plus, certains étudiants ont du mal à gérer la prise de notes et le suivi en cours. Ainsi, en 2013-2014 (promotion non concernée par notre étude), il a changé sa méthode et a commencé à distribuer tout le temps des photocopiés complets : « *concrètement, j'ai fait ça aussi en partie parce que je participe à l'écriture d'un bouquin qui va sortir bientôt, et c'est le mode de construction du bouquin, donc j'ai voulu tester pour voir, ça marche en tout cas pas plus mal qu'autre chose* ». Il nous explique que s'il devait et pouvait continuer à évoluer⁹², il aurait voulu distribuer en anticipation le cours aux étudiants afin qu'ils le préparent avant de venir en classe. Il est toutefois conscient que cela ne fonctionnerait pas avec ses étudiants. Il insiste alors sur la nécessité de réduire le temps consacré au cours « *pour des raisons d'efficacité* », étant donné le niveau et les capacités des étudiants de voie T de plus en plus faibles, afin de consacrer plus de temps aux applications.

La correction des exercices

Lors de l'explication du cours, les professeurs complètent la partie théorique (définitions, propriétés, démonstrations et exemples) par des exercices de cours qu'ils travaillent avec les étudiants puis les corrigent en général eux-mêmes au tableau pendant la séance. Il faut cependant noter que la partie théorique du cours a aussi des visées pratiques, notamment les démonstrations en voie S, où les professeurs s'attardent sur les éléments génériques et les savoirs technologiques à extraire. Pour les exercices de cours, Z.H. choisit surtout des

⁹² En 2013-2014, il s'agit de la dernière année d'enseignement pour H.C. avant son départ à la retraite.

« *exemples basiques, des trucs vraiment de base* » qu'il ne met pas en TD et qu'il finit par traiter lui-même en général du fait du niveau et du manque d'implication des étudiants : « *c'est une question de niveau. C'est que je pourrais les laisser chercher, je me rends compte, quelques fois je leur dis allez-y essayez, c'est une application directe du théorème qu'on vient de voir, vous l'appliquez vous faites ça. Et j'en ai beaucoup qui restent là à regarder dans le vide l'énoncé de l'exercice sans même savoir, il y en a qui trouvent des moyens de détourner. Tout ça c'est psychologique. [...]* Donc il y a un tel recul de leur part, un rejet qui je pense remonte à des années de collège, de lycée, de méthodes de travail qu'ils n'ont pas, que face à ça je laisse un petit peu quand même une ou deux minutes puisque je n'ai pas tant que ça du temps non plus, pour ceux qui ont la capacité de chercher un petit peu, et assez vite je fais l'exemple et je leur dis après là dans le cours vous avez 10 exemples sur différents thèmes d'application directe, après y a le TD. ». Ce phénomène a maintes fois été mis en évidence à tous les niveaux (primaire, collège et lycée) à travers plusieurs études (cf. chapitre II section 3 : Grenier-Boley, 2014 ; Boyer et Coridian, 2012 ; Monfort, 2000).

En plus de ces exercices de cours, les étudiants ont des exercices d'application (hors DM notés) sous forme de fiches qu'ils devraient préparer seuls à la maison ou qu'ils travaillent éventuellement en classe. Le traitement des exercices n'est pas le même dans les deux voies, étant donné qu'il n'y a pas de séances de TD à B. Ainsi, H.C. est obligé d'intégrer tout le travail sur les exercices dans ces séances habituelles, en général à la suite de l'explication d'une partie d'un cours. Une étudiante nous confirme qu'« *en fait c'est mélangé, là on va avoir les exercices parce qu'on a fini le cours en un sens, mais si on n'a pas compris il va reprendre un peu le cours, [...]* sachant qu'avec Mr. H.C., on reprend au début du cours à chaque fois ce qu'on avait fini, pour dire où on s'était arrêté et pour pouvoir continuer. ». Ainsi, afin d'optimiser son temps, H.C. donne beaucoup d'exercices à préparer mais que les étudiants ne cherchent pas selon lui ; il les corrige ensuite en classe mais de façon abrégée, sachant que les détails des corrections sont donnés dans les corrigés qu'il envoie systématiquement par mail aux étudiants. Une étudiante de B nous en parle : « *en cours en fait, quand on fait les exercices c'est comme si on rédigeait au brouillon, c'est pour ça alors que ses propres corrigés [ceux de H.C.], c'est ceux qu'il faut rédiger de la bonne façon* ».

À D et K, le travail sur les exercices d'application est réparti entre les séances habituelles de cours et les TD. Pour ces derniers, il s'agit de deux heures hebdomadaires consacrées à la résolution et la correction d'exercices. Pendant ces séances, les étudiants sont répartis en demi-groupes et travaillent seuls ou en binômes/trinômes sur une fiche d'exercices. D'habitude, les professeurs leur donnent cette fiche plusieurs jours à l'avance afin de la préparer, mais il semble que les étudiants ne le font presque jamais. Alors en général, après un temps laissé aux étudiants pour réfléchir aux exercices, le professeur lance la

discussion et la correction qu'il fait lui-même au tableau ou il sollicite un étudiant pour le faire. Lorsque nécessaire, le travail inachevé en TD se poursuit lors des séances habituelles de cours. Ainsi, L.D. essaye de faire un ou deux exercices restants à la suite d'une leçon de cours. Lorsqu'il a le temps, il laisse les étudiants travailler quelques minutes en circulant parmi eux : *« je prends le temps de voir à peu près à quel niveau sont les personnes, ceux qui sont déjà largués, ceux qui sont très à l'aise, et je m'efforce un peu d'aider ceux qui sont, qui ont des difficultés »*. De même, Z.H. essaye de faire autant d'exercices d'application que possible pendant les séances de cours étant donné que les *« TD ne suffisent pas »*. Les professeurs corrigent la plupart de ces exercices au fur et à mesure en classe, pas nécessairement durant une même séance, ceci dépendant du temps et du rythme des étudiants, en faisant occasionnellement passer un étudiant au tableau.

2. Le cours du professeur : Qu'est-ce que je note ?

Il s'agit d'étudier en premier lieu ce que les étudiants notent pendant le cours en classe.

Nous considérons les items suivants (de la catégorie "En classe et prise de notes") :

- Je recopie tout ce que le professeur écrit au tableau ;
- Je prends des notes à partir des commentaires que le professeur fait à l'oral (prendre notes à l'oral).

Je recopie tout ce que le professeur écrit au tableau

Globalement

Nous pouvons d'abord voir qu'en fin d'année préparatoire, les étudiants partout sont très nombreux à recopier souvent ou toujours tout ce que le professeur écrit au tableau, encore plus qu'en Terminale.

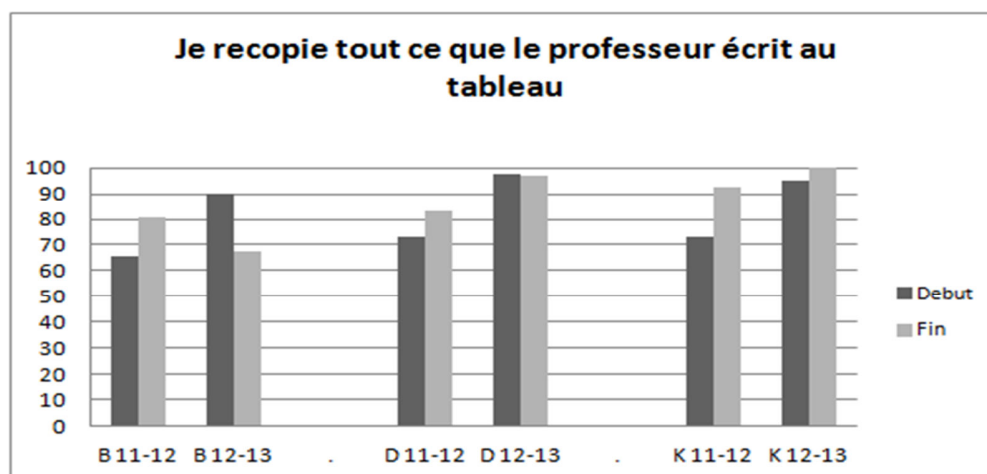


Diagramme en barres 19 : Je recopie tout ce que le professeur écrit au tableau

Sur l'ensemble, les étudiants sont très majoritaires à souvent ou toujours recopier tout ce que le professeur écrit au tableau. Le taux moyen est de 86% en fin de première année de prépa. De plus, les étudiants qui disent ne jamais recopier tout ce que le professeur note au tableau sont très rares.

Il n'y a pas d'évolution significative sur l'ensemble par rapport à la Terminale, mais cela s'explique comme suit. En 2011-2012, le taux de ceux qui répondent souvent ou toujours est à la hausse dans les trois lycées (hausse qui varie entre 10% et 20% selon le lycée), ce qui se traduit par une hausse significative pour l'ensemble de la promotion 2011-2012 (test de McNemar, $p\text{valeur}=0,038$). Mais en 2012-2013, une seule baisse statistiquement significative à B (test de McNemar, $p\text{valeur}=0,012$) se traduit par une baisse statistiquement significative sur l'ensemble (test de McNemar, $p\text{valeur}=0,039$). Les variations sur les deux promotions se neutralisent donc pour l'ensemble.

Nous pouvons cependant dire, qu'à l'exception de B en 2012-2013, le taux de ceux qui recopient (souvent ou toujours) tout ce que le professeur écrit au tableau est à la hausse en classe préparatoire en comparaison avec la Terminale.

Par ailleurs, le fait de recopier ce que le professeur écrit au tableau dépend de la voie (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0$) et du lycée (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,001$).

	Répartition selon la voie (pour l'ensemble)		Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)		
Recopier du tableau (souvent ou toujours)	T 73%	S 93%	B 73%	D 91%	K 96%

Tableau de dépendance 29 : Recopier du tableau

Les étudiants de voie S, sans distinction entre les deux lycées, sont plus nombreux à recopier ce que le professeur écrit au tableau que ceux de voie T. En effet, nous

remarquons que cette pratique est quasi-unanime pour les S (93%), mais un peu moins répandue parmi les étudiants de voie T, tout en restant très majoritaire (73%). Cette différence résulte du taux à B 2012-2013 nettement plus faible qu'ailleurs.

Je prends des notes à partir des commentaires que le professeur fait à l'oral

Globalement

Pour la prise de notes à partir des commentaires du professeur à l'oral, nous notons des différences entre les lycées et les promotions. Nous ne pouvons donc pas décrire les taux et les variations de la prise de notes à partir des commentaires du professeur à l'oral pour l'ensemble des étudiants, mais nous considérons chaque cas seul.

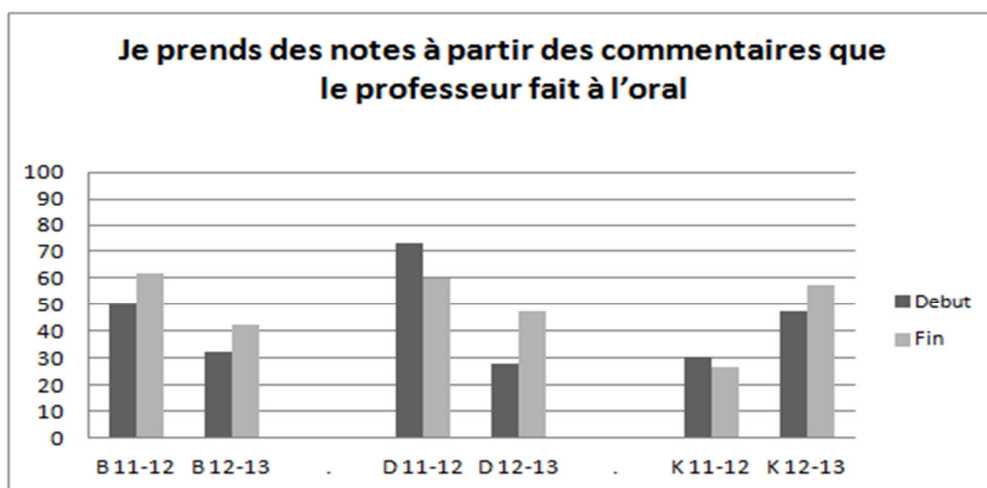


Diagramme en barres 20 : Je prends des notes à partir des commentaires que le professeur fait à l'oral

Il est possible de noter une hausse significative uniquement pour l'ensemble de la promotion en 2012-2013 (test de McNemar, p-valeur=0,043), qui s'explique par une hausse du taux dans les trois lycées pour cette promotion, mais avec des taux de départ et de fin très différents d'un lycée à l'autre. Un commentaire global n'aurait donc pas de sens ici.

Par ailleurs, il n'y a aucune dépendance à signaler pour l'ensemble.

Selon la voie et/ou le lycée

Les T

Partant de valeurs différentes en début d'année, le taux de ceux qui prennent souvent ou toujours notes des commentaires du professeur à l'oral augmente de 10% par promotion. En moyenne, 52% des étudiants prennent notes souvent ou toujours (plus en 2011-2012, moins en 2012-2013).

De plus, il semble que le fait de prendre notes à partir des commentaires oraux du professeur est une pratique plus courante parmi les bons étudiants (69%) que parmi les faibles et moyens (45%), mais sans dépendance statistique.

Les S

D : En 2011-2012, nous notons une baisse de 12% entre le début et la fin de l'année pour ceux qui notent souvent ou toujours les commentaires oraux du professeur, mais avec un taux de 60% qui reste le plus fort parmi toutes les classes.

En 2012-2013, nous observons une hausse de ce taux entre le début et la fin de l'année pour atteindre 48% (donc moins que 2011-2012).

K : Nous observons une légère baisse en 2011-2012 et une hausse en 2012-2013, mais avec des valeurs de départ et de fin très différentes.

En 2011-2012, le taux reste quasi-stable autour de 29% (légère baisse) et est nettement moins élevé que le taux à D. En 2012-2013, ce taux augmente pour atteindre 58%.

Par ailleurs, malgré les différences entre les deux lycées de voie S, nous notons une dépendance entre le fait de prendre notes à partir des commentaires oraux du professeur et le niveau des étudiants (test du Khi-deux, pvalue=0,04).

	Répartition selon le niveau (pour les S)		
Prendre notes à l'oral (souvent ou toujours)	b 27%	m 59%	f 43%

Tableau de dépendance 30 : Prendre notes à l'oral

Globalement pour les deux promotions de voie S, la prise de notes à partir des commentaires oraux du professeur est majoritaire parmi les moyens et très présente parmi les faibles, mais moins présente parmi les bons.

Liens entre la prise de notes à l'oral et les difficultés en classe

Pour l'ensemble des étudiants, nous trouvons une dépendance de l'item sur la prise de notes à partir des commentaires oraux du professeur avec l'item sur la rapidité du rythme du cours (test du Khi-deux, pvalue=0,050) mais pas avec l'item sur la distraction.

		Prendre notes à l'oral		Total
		jamais ou parfois	souvent ou toujours	
Rythme du cours rapide	jamais ou parfois	57	66	123
	souvent ou toujours	33	21	54
Total		90	87	177

Tableau de dépendance 31 : Croisement des items *Je prends des notes à partir des commentaires que le professeur fait à l'oral* et *Le rythme des cours me semble trop rapide, je n'arrive pas à suivre*

Nous notons que la plus grande proportion (37% de l'ensemble) est celle des étudiants qui n'ont pas vraiment de problème de rapidité du rythme du cours (jamais ou parfois) et prennent souvent ou toujours des notes à partir des commentaires oraux du professeur. En outre, parmi les étudiants qui ont un problème de rythme de cours (souvent ou toujours), 61% ne prennent pas notes à l'oral.

Interprétations et conjectures

Noter l'écrit du professeur

En premier lieu, nous avons noté que les étudiants sont partout majoritaires à recopier tout ce que leur professeur écrit au tableau. Sur l'ensemble, ils sont plus nombreux qu'en Terminale à le faire, sauf à B 2012-2013 où nous notons une baisse significative en fin d'année. Par conséquent, le taux moyen de ceux qui le font souvent ou toujours est plus élevé parmi les étudiants de voie S que ceux de voie T. Lorsque nous signalons l'exception à B 2012-2013, H.C. nous explique que ces étudiants ont « *du mal à faire quoi que ce soit* », y compris prendre notes tout en suivant le cours comme il se doit, ce qui l'a d'ailleurs poussé à opter pour les photocopiés complets en 2013-2014. Les difficultés de ces étudiants sont renforcées par la distraction, problème qui est plus présent dans cette classe qu'ailleurs pour les raisons que nous avons déjà évoquées (effectif de la classe, niveau des étudiants, manque de motivation, plusieurs étudiants "présents-absents" ou qui font autre chose, bruits et bavardages...). Ainsi, la situation des étudiants dans cette classe s'annonce d'ores et déjà problématique. Nous verrons dans la suite, à travers l'analyse de plusieurs items du questionnaire, que ces étudiants travaillent moins que les autres, surtout en comparaison avec leurs prédécesseurs à B 2011-2012.

Par ailleurs, les professeurs des deux lycées de voie S interprètent les taux de leurs classes qu'ils jugent tout à fait "corrects". L.D. trouve que ses étudiants aiment tout copier, y compris les parties déjà tapées dans le photocopié qu'il leur donne, sachant qu'ils n'ont normalement pas le temps de le faire pendant le cours et donc risquent de prendre du retard au niveau du suivi et de la compréhension. Z.H. nous dit que « *pour les maths il n'y a pas d'ambiguïté pour [les étudiants], ils savent qu'ils doivent tout recopier, donc c'est normal que ça n'a pas beaucoup bougé [par rapport à la Terminale]* ». Il explique que même lorsqu'il a changé du Cours au tableau au Photocopié complet, les étudiants

ayant pris l'habitude de tout copier en début d'année ont continué à le faire. D'ailleurs, il les y encourage : *« à la limite il vaut mieux qu'ils copient [même avec le photocopie], s'ils le font pas, je leur demande de l'écrire, sauf exceptionnellement je leur dis là c'est pas la peine, j'ai déjà écrit mais écoutez ce que je dis, mais la plupart du temps il faut qu'ils recopient parce que ce que j'écris a une importance »*.

Noter l'oral du professeur

Pour la prise de notes à partir des commentaires oraux du professeur, nous nous attardons sur chaque cas séparément. Cela dépend en effet du professeur et de son cours, ainsi que des étudiants, leurs niveaux et leurs dispositions à travailler.

Nous commençons par B et K où il s'agit pour chaque lycée du même professeur et du même format de cours pour les deux promotions. Nous attribuons la différence entre les deux classes à B aux mêmes causes évoquées précédemment concernant la situation de B 2012-2013. H.C. confirme en effet que cela revient aux problèmes de niveau, de concentration et de motivation des étudiants. Quant au taux de 60% en 2011-2012, il s'agit sans doute d'étudiants qui complètent le photocopie du professeur ou même son cours magistral à partir des commentaires et ré-explications qu'il fournit oralement, sachant que ce dernier ne prend aucune mesure particulière pour encourager ou décourager cette pratique.

Pour K, L.D. nous explique qu'il note au tableau tout ce qu'il explique et qui n'est pas dans son photocopie tandis que ses commentaires oraux ne portent pas sur un contenu mathématique : *« tout ce que j'explique je le note, tout ce qui est mathématique c'est sur le tableau. Je ne fais jamais oralement un commentaire mathématique, mais oui je leur dis ça vous marquez, attention, vous le mettez en majuscule, en fluo... oui oui j'insiste lourdement »*, ce qui est confirmé dans le chapitre XIV. Concernant la différence entre les deux promotions, nous conjecturons qu'il s'agirait plutôt d'une différence liée aux étudiants qu'au professeur et son cours. En effet, comme nous l'avons déjà évoqué, L.D. décrit les étudiants de la classe 2011-2012 comme *« une promo un peu plus "étudiant", qui prend la distance [...] ils observent, enfin étudiant dans le sens plus âgé, alors ils ne vont pas tout copier quand même ça fait un peu bébé »*. Par conséquent, ils n'écrivent pas tout ce que leur professeur dit à l'oral, ils sont plus sélectifs, tandis que leurs successeurs de la promotion 2012-2013 sont plus "naïfs" et "demandeurs de conseils", *« vite vite ils vont marquer ce qu'il faut faire »*, ce qui explique qu'ils sont plus nombreux à prendre des notes à partir des commentaires oraux.

Enfin, à D, les deux promotions n'ont pas connu le même professeur ni le même format de cours. Les étudiants sont plus nombreux en 2011-2012 qu'en 2012-2013 à prendre notes des commentaires oraux du professeur. Nous conjecturons que cela est peut-être

nécessaire pour compléter le cours du polycopié de F.M. qui est très abrégé, sachant que nous n'avons pas assez d'informations concernant les explications complémentaires qu'il apporte. Quant à Z.H., il dit beaucoup de choses à l'oral mais les étudiants ne sont pas censés les noter en général puisqu'il se « *débrouille pour noter [au tableau] ce qu'il faut écrire* ». En effet, il insiste sur la nécessité d'écrire tous les éléments importants pour la compréhension « *sinon, c'est même pas la peine* » les étudiants ne le noteront pas : « *je fais beaucoup de commentaires en plus mais disons qu'en gros, je répète tout 4-5 fois parce que quand je dis une fois, il y a la moitié qui n'a pas entendu. [...] Quand vraiment je veux qu'ils notent, je l'écris parce que sinon [...] c'est pas possible. Il y a un problème de déficit d'attention qui est tel que il y a toujours une proportion d'élèves qui note pas ce que je dis, donc je ne tente même pas le coup. Je l'écris, si c'est important, je l'écris parce que sinon c'est même pas la peine* ». Ceci expliquerait donc le taux en 2012-2013, les étudiants savent que le professeur notera ce qui est important et qu'ils n'ont pas vraiment besoin de prendre notes à partir de ce qu'il dit à l'oral, il s'agit plutôt de bien suivre et écouter.

La dépendance de cet item avec le niveau des étudiants de voie S montre que cette pratique est surtout présente parmi les moyens (59%). Ainsi, nous pouvons aussi tenter d'expliquer les différences des taux entre les deux classes de chaque lycée de voie S en partie à partir de la composition de chaque classe.

	D 2011-2012	D 2012-2013	K 2011-2012	K 2012-2013
Proportion d'étudiants moyens	47%	42%	19%	67%
Proportion d'étudiants qui prennent souvent ou toujours notes à l'oral	60%	48%	27%	58%

Tableau 17 : Prise de notes à l'oral et composition des classes de voie S

Comme nous pouvons le voir ci-dessus, pour chaque lycée, la prise de notes à l'oral est moins présente dans la classe où il y a moins d'étudiants moyens, avec une différence très marquée entre les deux promotions à K.

Prise de notes à l'oral et difficultés en classe

Il est certainement plus facile de recopier ce qui est écrit au tableau que de prendre des notes à partir de l'oral tout en étant capable de suivre le cours. Z.H. précise que certains étudiants copient passivement simplement pour faire passer le temps : « *il en a beaucoup qui disent je suis fatigué, j'ai envie de dormir tant pis je vais recopier, je suis assis je recopie et ça ira, ça passera comme ça* ». Les forts taux pour le premier item (recopier du tableau) dans toutes les classes et sans distinction selon le niveau des étudiants ne nous étonnent donc pas. Pour interpréter les différences de comportement pour le deuxième

item (prendre notes à l'oral), notamment selon le niveau des étudiants dans les deux filières, nous nous appuyons sur la dépendance statistique mise en évidence avec l'item relatif au rythme du cours (mais pas avec la distraction). Rappelons d'abord que le taux de ceux qui trouvent le rythme du cours rapide et ont du mal à suivre souvent ou toujours augmente de façon significative du début à la fin de l'année sur l'ensemble des étudiants. Toutefois, ce problème reste peu répandu en général (avec une exception pour B en 2011-2012) et atteint plus les étudiants de voie T que ceux de voie S. De plus, il touche surtout les faibles, moins les moyens (plus en voie T qu'en voie S), mais très peu les bons.

Premièrement, pour les étudiants de voie T, nous avons déjà noté que les bons sont très peu nombreux (8%) à souvent ou toujours trouver le rythme du cours rapide, contrairement aux faibles et moyens (47% en moyenne). Par ailleurs, les bons sont largement plus nombreux (69%) que les faibles et moyens (45%) à prendre notes à partir des commentaires oraux du professeur (toutefois sans dépendance statistique). Nous postulons donc que les bons étudiants de voie T arrivent sans doute à gérer simultanément les deux tâches, suivre le cours et prendre note à l'oral, plus facilement que les autres.

Nous pouvons appliquer ce même raisonnement aux étudiants de voie S pour lesquels nous notons une dépendance avec le niveau pour les deux items. Ainsi, pour les moyens par exemple, uniquement 15% ont un problème de rapidité de rythme du cours et 59% prennent souvent ou toujours note à partir des commentaires oraux. Pour les faibles, 39% ont du mal à suivre le rythme du cours et 43% prennent souvent ou toujours notes à partir des commentaires oraux. Il est alors étonnant que les bons étudiants de voie S soient les moins nombreux à noter ce que le professeur dit (27%), sachant qu'ils sont de loin les moins nombreux à trouver le rythme du cours rapide et à avoir du mal à suivre (9%). Nous revenons sur les propos des deux professeurs de voie S qui insistent sur le fait que tout le contenu mathématique important est noté dans le polycopié ou au tableau. Z.H. et L.D. confirment que les étudiants n'ont pas besoin de noter les commentaires oraux, hormis certaines indications non-mathématiques (surlignages, points d'exclamation...) et qu'ils n'en ont d'ailleurs pas le temps. Nous proposons alors l'explication suivante : les bons étudiants ont compris les règles du jeu, ils savent qu'il vaut mieux faire attention lorsque le professeur parle, sans perdre de temps à noter tout ce qu'il dit, puisque tous les éléments importants de ses commentaires oraux sont ou seront notés ; tandis que les faibles et les moyens continuent à essayer de tout gérer en même temps, ce qui s'avère être une stratégie inadaptée. Ce que dit Z.H. soutient cette interprétation : *« d'ailleurs, c'est là que ça fait des disparités dans la classe parce qu'il y en a qui prennent notes correctement, il y en a qui ne savent pas prendre notes, et du coup, il y en a qui s'en sortent pendant que d'autres prennent un peu de retard »*. Nous rappelons toutefois que les bons étudiants, tels que nous les avons catégorisés, sont très minoritaires en voie S.

Les réponses et notes de l'échantillon d'étudiants

Voici les réponses des huit étudiants sélectionnés de la voie S de la promotion 2012-2013 aux deux items en question.

prénom	lycée	Niveau en mathématiques en fin d'année de prépa	Je recopie tout ce que le professeur écrit au tableau	Je prends des notes à partir des commentaires que le professeur fait à l'oral
Sébastien	D	moyen	toujours	souvent
Julie	D	moyen	toujours	souvent
Benjamin	D	moyen	souvent	parfois
Yelena	D	faible	toujours	parfois
Isabelle	K	moyen	toujours	parfois
Justine	K	moyen	toujours	parfois
Charlène	K	moyen	toujours	souvent
Sophie	K	moyen	toujours	toujours

Tableau 18 : Réponses des étudiants sélectionnés de voie S concernant ce qu'ils notent

Nous pouvons voir que tous les étudiants de cet échantillon disent recopier souvent ou toujours tout ce que le professeur écrit au tableau. Quant à la prise de notes à partir des commentaires oraux du professeur, nous constatons que la moitié des étudiants disent qu'ils le font souvent ou toujours tandis que les autres répondent parfois (globalement pas de différence entre D et K). Ces résultats correspondent aux taux de ces deux items pour l'ensemble des étudiants de voie S de la promotion 2012-2013.

En parcourant les notes de cours de ces étudiants, nous constatons que, majoritairement, elles semblent être exhaustives et quasi-identiques d'un étudiant à l'autre pour chaque lycée respectivement. Ceci laisse supposer que la quasi-totalité de ces notes sont recopiées du tableau. De plus, dans certains cas, nous trouvons la même idée qui est représentée dans deux ou plusieurs productions avec des formulations légèrement différentes. Nous postulons que cela provient d'un commentaire au moins oral de la part du professeur. Il faut cependant préciser que nous ne pouvons pas être certains de la complétude des notes des étudiants. Toutefois, la ressemblance entre les notes de tous les étudiants d'une part et avec le polycopié du professeur d'autre part, surtout dans le cas de Z.H., nous laisse penser qu'il s'agit du cours entier écrit par le professeur. De même, nous ne pouvons pas savoir s'ils ont bien noté tout ce qui a été dit à l'oral. Cependant nous nous fions à ce que nous disent les professeurs concernant le fait d'écrire au tableau tout le contenu mathématiques (au moins) qui doit figurer dans les notes des étudiants. Nous aborderons cela plus en détail à travers l'analyse complète du cours de chaque professeur pour un chapitre dans la suite (cf. chapitre XIV).

3. Le cours du professeur : Qu'est-ce que j'ajoute ?

Pendant le cours en classe, en plus de ce qu'ils recopient du tableau et notent à partir des commentaires oraux du professeur, les étudiants ajoutent certaines choses sur leurs cahiers concernant le cours du professeur.

Nous considérons les items suivants (de la catégorie "En classe et prise de notes") :

- J'ajoute des commentaires personnels, des petits signes à moi (par exemple comme des abréviations, des points d'exclamation ou d'interrogation, ou un smiley) (ajouter des commentaires personnels) ;
- J'indique les points que je n'ai pas compris.

Nous devons envisager la possibilité, peu probable vue la structuration temporelle du questionnaire, que les commentaires personnels et/ou les points non compris pourraient relever d'un travail entre deux cours plutôt que pendant le cours. En effet, il n'y a pas un lien explicite dans le questionnaire entre les items des deux parties de la catégorie "En classe et prise de notes". Cependant, nous supposons que la prise de notes a lieu essentiellement en classe, d'autant plus que ces deux items précèdent la catégorie "Entre deux cours" dans le questionnaire. Nous revenons sur cet aspect dans le chapitre X.

J'ajoute des commentaires personnels, des petits signes à moi (par exemple comme des abréviations, des points d'exclamation ou d'interrogation, ou un smiley)

Globalement

Les étudiants sont majoritaires à ajouter souvent ou toujours des commentaires personnels et des signes qui leur sont propres.

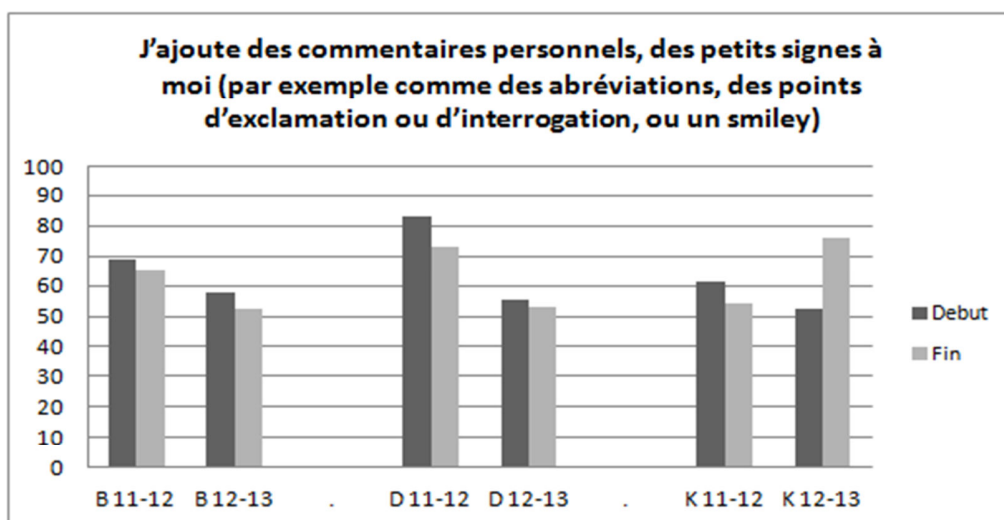


Diagramme en barres 21 : J'ajoute des commentaires personnels, des petits signes à moi (par exemple comme des abréviations, des points d'exclamation ou d'interrogation, ou un smiley)

En effet, l'ajout de commentaires personnels et petits signes est une pratique majoritaire partout, un peu moins en fin de classe prépa qu'en Terminale (sauf pour K en 2012-2013), mais les évolutions des taux ne sont pas statistiquement significatives. Les taux en fin de prépa dépassent 50% partout, allant jusqu'à 77%.

Sur l'ensemble, il n'y a pas de dépendance à signaler pour cet item. Nous relevons une dépendance entre l'ajout de commentaires et signes personnels et le niveau* des étudiants uniquement en voie T (test du Khi-deux, $p_{\text{valeur}}=0,09$).

	Répartition selon le niveau* (pour les T)		
Ajouter des commentaires personnels (souvent ou toujours)	b 92%	m 45%	f 50%

Tableau de dépendance 32 : Ajouter des commentaires personnels

Nous pouvons voir que pour les étudiants de voie T, cette pratique est largement plus répandue parmi les bons étudiants que les autres. Il s'agit des bons marocains et en 2011-2012, ils le font tous toujours.

Liens avec l'item concernant l'ajout de commentaires et signes personnels

Il y a une dépendance entre le fait d'ajouter des commentaires et signes personnels et le fait de prendre notes à partir des commentaires à l'oral (test du Khi-deux, $p_{\text{valeur}}=0$).

		Ajout des commentaires personnels		Total
		jamais ou parfois	souvent ou toujours	
Prendre notes à l'oral	jamais ou parfois	54	36	90
	souvent ou toujours	14	73	87
Total		68	109	177

Tableau de dépendance 33 : Croisement des items Je prends des notes à partir des commentaires que le professeur fait à l'oral et J'ajoute des commentaires personnels, des petits signes à moi (par exemple comme des abréviations, des points d'exclamation ou d'interrogation, ou un

Parmi les quatre combinaisons de réponses possibles, la plus fréquente est celle des étudiants qui font souvent ou toujours les deux (41% de l'ensemble des étudiants). Ensuite, 31% des étudiants sur l'ensemble ne font ni l'un ni l'autre. De plus, les taux des deux items en fin d'année pour chaque classe varient dans le même sens. En effet, les taux pour ces deux items par classe indiquent que plus les étudiants sont nombreux à faire l'un, plus ils sont nombreux à faire l'autre aussi.

Par ailleurs, le fait d'ajouter des commentaires et signes personnels est lié à l'item sur la rapidité du rythme du cours d'une part (test du Khi-deux, pvalue=0,001) et l'item sur la distraction d'autre part (test du Khi-deux, pvalue=0,024).

		Ajouter des commentaires personnels		Total
		jamais ou parfois	souvent ou toujours	
Rythme du cours rapide	jamais ou parfois	39	85	124
	souvent ou toujours	31	24	55
Total		70	109	179

Tableau de dépendance 34 : Croisement des items Le rythme des cours me semble trop rapide, je n'arrive pas à suivre et J'ajoute des commentaires personnels, des petits signes à moi (par exemple comme des abréviations, des points d'exclamation ou d'interrogation, ou un smiley)

		Ajouter des commentaires personnels		Total
		jamais ou parfois	souvent ou toujours	
Distraction	jamais ou parfois	36	73	109
	souvent ou toujours	33	36	69
Total		69	109	178

Tableau de dépendance 35 : Croisement des items Il m'arrive d'être distrait : je pense à autre chose ou je parle avec mes voisins et J'ajoute des commentaires personnels, des petits signes à moi (par exemple comme des abréviations, des points d'exclamation ou d'interrogation, ou un smiley)

Pour les deux croisements, la plus grande proportion est celle des étudiants qui ont répondu jamais ou parfois à l'item concernant la difficulté (trouver le rythme du cours rapide ou être distrait) et souvent ou toujours au fait d'ajouter des commentaires et signes personnels (respectivement 47% et 41% de l'ensemble des étudiants). Pour rappel, dans les deux cas, les difficultés touchent moins les bons étudiants que les faibles et moyens.

En regardant de plus près ces trois croisements, nous trouvons près d'un quart des étudiants (42 étudiants, dont 14 B, 18 D et 10 K) qui arrivent à suivre le rythme du cours sans distraction et en même temps réussissent à prendre des notes à l'oral et à ajouter des indications personnelles. Cependant, contrairement à ce que nous aurions pu croire, ils ne sont pas tous de bons étudiants. En effet, 9 parmi ces étudiants sont de bons étudiants dont 6 sont de bons étudiants marocains de voie T, tandis que les autres sont moyens (13) ou faibles (20). Nous rappelons qu'il faut relativiser ces nombres étant donné que les bons ne sont pas très nombreux en général dans notre échantillon contrairement aux faibles. Nous trouvons alors que ces 9 étudiants représentent 38% des bons étudiants de l'ensemble, tandis que pour les faibles et moyens il s'agit de 21% de l'ensemble des étudiants de chaque niveau respectivement. Ainsi, nous pouvons dire qu'il est plus commun de trouver des étudiants qui arrivent à suivre le rythme du cours sans distraction et en même temps réussissent à prendre des notes à l'oral et à ajouter des indications personnelles parmi les bons que les autres, surtout les bons marocains, mais ce n'est pas exclusif aux bons.

J'indique les points que je n'ai pas compris

Globalement

Le fait d'indiquer les points incompris est moyennement répandu. Comme en Terminale, le taux moyen sur l'ensemble se rapproche de 40%, avec de faibles différences entre les classes.

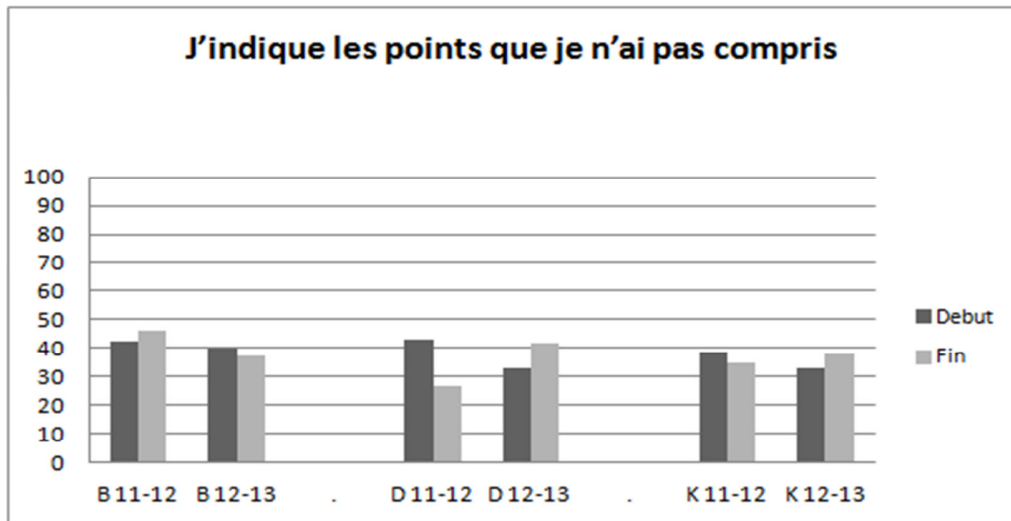


Diagramme en barres 22 J'indique les points que je n'ai pas compris

Nous remarquons que le taux de ceux qui ont répondu souvent ou toujours à D en 2011-2012 est inférieur à celui de toutes les autres classes.

Nous ne notons pas d'évolution significative entre le début et la fin de l'année pour l'ensemble (même la baisse à D en 2011-2012 n'est pas significative) ni de dépendance.

Pour les étudiants de voie T, il y a une dépendance entre le fait d'indiquer les points incompris et le lycée d'origine d'une part (test du Khi-deux, p valeur=0,09), et le niveau* des étudiants d'autre part (test du Khi-deux, p valeur=0,06).

	Répartition selon le lycée d'origine (pour les T)		Répartition selon le niveau* (pour les T)		
	Maroc 62%	France 31%	b 77%	m 27%	f 33%
Indiquer les points incompris (souvent ou toujours)					

Tableau de dépendance 36 : Indiquer les points incompris

Ainsi, les marocains sont plus nombreux à souvent ou toujours indiquer les points incompris (62%) que les non-marocains (31%). C'est aussi le cas des bons étudiants (77%).

Liens avec l'item concernant l'indication des points incompris

Nous notons une dépendance entre cet item et le fait de prendre des notes à partir des commentaires oraux du professeur (test du Khi-deux, p valeur=0).

		Indiquer les points incompris		Total
		jamais ou parfois	souvent ou toujours	
Prendre notes à l'oral	jamais ou parfois	68	22	90
	souvent ou toujours	43	44	87
Total		111	66	177

Tableau de dépendance 37 : Croisement des items Je prends des notes à partir des commentaires que le professeur fait à l'oral et J'indique les points que je n'ai pas compris

Parmi les quatre combinaisons de réponses possibles, la plus fréquente est celle des étudiants qui ne font jamais ou uniquement parfois les deux (38% de l'ensemble des étudiants).

De plus, il y a une dépendance entre le fait d'indiquer les points incompris et le fait de poser des questions au professeur lorsqu'on ne comprend pas (test du Khi-deux, $p\text{-valeur}=0,09$).

		Indiquer les points incompris		Total
		jamais ou parfois	souvent ou toujours	
Poser une question au professeur	jamais ou parfois	76	33	109
	souvent ou toujours	36	33	69
Total		112	66	178

Tableau de dépendance 38 : Croisement des items Si je ne comprends pas, je pose une question au professeur et J'indique les points que je n'ai pas compris

Encore une fois, la réponse la plus commune est celle des étudiants qui ne font pas les deux (43% de l'ensemble des étudiants).

Interprétations et conjectures

Ajouter des commentaires personnels

En général, plus de la moitié des étudiants disent qu'ils ajoutent des commentaires personnels et signes qui leur sont propres pendant le cours en classe. Globalement, cette pratique est légèrement moins présente en Terminale (sauf K 2012-2013) mais les taux restent remarquablement forts malgré les différences entre les classes. Comme nous l'avons déjà évoqué, L.D. encourage cela à travers les nombreux commentaires qu'il fait à l'oral qui ne concernent pas un contenu mathématique mais plutôt des indications pour attirer l'attention des étudiants et mettre en valeur certaines notions ou passages du cours. Les étudiants prennent donc l'habitude de le faire : « ça s'est déclenché... oui oui j'insiste beaucoup, j'insiste beaucoup ». Selon lui, la différence entre les deux promotions peut

être expliquée par l'attitude des étudiants de K 2012-2013 comme nous l'avons déjà évoqué : ils demandent sans cesse les conseils du professeur et font tout pour s'y conformer. De même, Z.H. *«hiérarchise l'importance de ce qui est écrit»* à travers les commentaires qu'il fait oralement lors de la lecture et de l'explication du polycopié. Ainsi, il indique aux étudiants les notions et points importants : *« il faut vraiment que ça se voit parce que c'est vraiment crucial, ce truc est important, à la limite, ça c'est moins important »*. Selon lui, *« c'est peut-être ça qui amène leurs commentaires personnels »*. Toutefois, contrairement à L.D., il ne donne pas d'indications explicites relativement à la façon de faire apparaître cela dans les notes des étudiants: *« je leur dis, enfin ça m'est arrivé de leur dire ça vous encadrez en rouge ou soulignez en rose, enfin faites ce que vous voulez [...] peut-être que je pourrai m'impliquer plus »*.

Par ailleurs, nous ne notons pas vraiment de distinction selon le niveau entre les S, tous sont majoritaires à dire qu'ils ajoutent souvent ou toujours des commentaires et signes personnels (plus de 54% en moyenne). Cependant, cette pratique semble être largement plus répandue parmi les bons étudiants de voie T que les autres étudiants de cette voie. Nous avançons que les étudiants qui ajoutent des commentaires personnels s'autorisent un peu de distance par rapport au cours du professeur : il ne s'agit pas d'un produit fini intouchable, ils s'autorisent à y mettre leur marque. Pour les étudiants de voie T, les marocains se distinguent nettement des autres. S'agirait-il donc d'une aptitude qu'ils ont développée grâce à leur formation antérieure dans leur lycée ? Quant aux étudiants de voie S, l'absence de distinction selon le niveau et la diversité des parcours des étudiants nous mènent aussi à conjecturer qu'il s'agirait plutôt d'une habitude personnelle que certains ont acquis déjà avant la prépa. En outre, cette pratique a dû se renforcer en cours d'année pour les étudiants de K 2012-2013 comme l'explique L.D. qui relie cela à leur comportement en général.

Liens avec d'autres pratiques

En cherchant les liens entre l'item sur l'ajout de commentaires et signes personnels et les autres items, nous trouvons d'abord une dépendance avec le fait de prendre des notes à partir des commentaires oraux du professeur. Il s'avère alors que 41% des étudiants réussissent à faire les deux souvent ou toujours tandis que 31% ne réussissent ni l'un ni l'autre. Ainsi, il semble que le fait d'ajouter des commentaires personnels et le fait de prendre des notes à partir des commentaires à l'oral vont de pair. Dans les deux cas, il est question de capacité à le faire mais aussi de posture comme nous l'avons conjecturé ci-avant. Par ailleurs, en cherchant les liens entre cet item et les difficultés en classe, nous trouvons que le fait d'ajouter des commentaires et signes personnels dépend de la sensation de rapidité du cours d'une part et de la distraction d'autre part. Dans les deux cas, la plus grande proportion (plus de 40%) est celle des étudiants qui ajoutent souvent ou toujours des commentaires et signes personnels et n'ont pas de difficulté de suivi

(répondent jamais ou parfois respectivement pour rapidité du rythme de cours et pour distraction). En outre, nous notons une proportion non négligeable (24%) d'étudiants qui peuvent suivre sans problème avec le rythme du cours et sans être distraits tout en prenant des notes et en ajoutant des indications personnelles. Sachant qu'il ne s'agit pas nécessairement d'étudiants ayant un bon niveau en mathématiques, nous conjecturons que les habitudes de prise de notes sont plutôt liées aux capacités des étudiants en général qu'à leurs affinités pour les mathématiques et leur niveau. En effet, être capable de recopier du tableau, de prendre notes à l'oral et d'ajouter des commentaires et signes personnels simultanément nécessitent un certain niveau de concentration mais aussi une prédisposition à gérer plusieurs tâches simultanément. Avoir un certain degré de compréhension de la discipline et des notions concernées facilite sans doute le travail, mais ce n'est pas forcément un pré-requis.

Indiquer les points incompris

En comparaison avec les autres aspects de prise de notes, nettement moins d'étudiants indiquent les points qu'ils n'ont pas compris, cependant les marocains sont majoritaires à le faire. Z.H. nous dit que certains étudiants viennent le voir à la fin d'un cours avec des questions concernant certains points qu'ils ont notés : « *ils avaient noté pendant le cours que là ils avaient pas compris [mais] ça reste très minoritaire* ».

Liens avec d'autres pratiques

Nous trouvons une dépendance entre cet item et l'item concernant le fait de poser une question au professeur lorsqu'on n'a pas compris. La plus grande proportion est celle des étudiants qui ont répondu jamais ou parfois aux deux items. Dans ces deux items, l'accent est mis sur le fait de "comprendre" (ou plutôt ne pas comprendre). Nous nous posons alors la question suivante : tous les étudiants ont-ils vraiment le temps et la capacité de déterminer ce qu'ils ne comprennent pas pendant le cours afin de l'indiquer et/ou de poser une question au professeur ? Selon Z.H. beaucoup d'étudiants « *écrivent sans comprendre en se disant je verrai ça chez moi plus tard.* ». Dans ce même contexte, L.D. nous dit que « *de toute façon, après, ils s'habituent à ne plus comprendre, c'est un peu pessimiste mais... alors qu'en terminale ils devaient être plutôt à l'aise et quand ils ne comprenaient pas c'était plutôt l'exception* ».

Par ailleurs, nous avons déjà établi que de nombreux étudiants ont des difficultés à gérer plusieurs tâches en même temps pendant le cours (recopier du tableau, prendre des notes, ajouter des commentaires...). Si nous ajoutons à tout cela la capacité de prendre conscience des points incompris, nous nous retrouvons avec encore plus d'étudiants concernés. D'ailleurs, nous trouvons une dépendance entre le fait d'indiquer les points incompris et la prise de notes des commentaires oraux du professeur, la plus grande proportion étant celle des étudiants qui ont répondu jamais ou parfois aux deux items. Il

s'agit sans doute d'étudiants qui se contentent volontairement de copier ce qui est écrit sans faire plus d'effort ou d'étudiants qui essayent mais n'arrivent pas à faire les deux en même temps.

De plus, nous postulons que le fait d'indiquer les points incompris n'est pas à portée des étudiants faibles dans la mesure où il faut avoir un certain niveau en mathématiques pour les identifier. Il semblerait donc qu'il y ait une différence entre d'une part la prise de notes à l'oral et l'ajout de commentaires personnels, d'autre part l'indication des points incompris. En effet, pour cette dernière pratique, un certain niveau en mathématiques est une condition nécessaire, ce qui n'est pas le cas pour les autres aspects de prise de notes. Z.H. nous confirme que les rares étudiants qui viennent le voir en fin de cours avec des questions sur des points précis sont de bons étudiants : « *c'est très particulier, c'est chez les élèves qui sont bosseurs, qui sont plutôt bons, qui peuvent se permettre de suivre pendant le cours* ». En outre, nous notons une dépendance avec le niveau en voie T, cette pratique étant très présente parmi les bons étudiants. Il s'agit dans cette voie des mêmes étudiants qui n'ont pas de problème de suivi du cours, qui prennent des notes à partir des commentaires oraux du professeur et qui ajoutent leurs commentaires personnels. Nous pouvons penser que ces étudiants arrivent non seulement à noter, mais ils sont aussi engagés dans un travail de compréhension au rythme du cours, ce qui n'est pas le cas des faibles.

Nous notons une exception pour cet item à D en 2011-2012 avec le taux le plus faible parmi toutes les classes. Nous cherchons alors à l'expliquer avec le peu d'informations que nous avons concernant le déroulement du cours dans cette classe. Rappelons que ces étudiants sont très nombreux à avoir répondu souvent ou toujours aux items concernant la prise de notes à partir des commentaires oraux du professeur et l'ajout de commentaires personnels. Peut-être est-il possible de relier ce taux au cours très abrégé du professeur ? Les étudiants passeraient-ils leur temps à prendre notes à l'oral et à ajouter des commentaires personnels afin de compléter le polycopié du professeur très succinct, ce qui leur laisserait encore moins de temps que les autres pour comprendre et identifier les points incompris ?

Les réponses et notes de l'échantillon des étudiants

Voici les réponses des huit étudiants sélectionnés de la voie S de la promotion 2012-2013 aux deux items en question.

prénom	lycée	Niveau en mathématiques en fin d'année de prépa	J'ajoute des commentaires personnels, des petits signes à moi	J'indique les points que je n'ai pas compris
Sébastien	D	moyen	toujours	toujours
Julie	D	moyen	jamais	souvent
Benjamin	D	moyen	jamais	parfois
Yelena	D	faible	parfois	toujours
Isabelle	K	moyen	parfois	parfois
Justine	K	moyen	parfois	jamais
Charlène	K	moyen	souvent	parfois
Sophie	K	moyen	souvent	jamais

Tableau 19 : Réponses des étudiants sélectionnés de voie S concernant ce qu'ils ajoutent

En ce qui concerne l'ajout des commentaires personnels et de signes, 37,5% des étudiants de cet échantillon disent le faire souvent ou toujours, ce qui est inférieur aux taux observés pour l'ensemble des étudiants. Toutefois, ces réponses correspondent à ce que nous trouvons (ou plutôt nous ne trouvons pas) dans leurs cahiers et polycopiés de cours.

En effet, en parcourant les notes des étudiants pour le chapitre des matrices, nous ne repérons pas vraiment de commentaires personnels. Il s'agit plutôt de ce que nous croyons être une recopie du cours du professeur écrit au tableau, les notes des étudiants étant identiques au mot près pour les quatre cahiers prélevés dans chaque classe. Nous repérons éventuellement des précisions de notations ou de formules, ou encore des indications comme "important pour le contrôle" ou "attention" notées dans la marge. Cependant, ces précisions et indications semblent provenir du professeur, au moins d'un commentaire oral qu'il fait, et non des étudiants, étant donné qu'à chaque fois les moindres détails sont transcrits de façon identique par les étudiants, y compris la ponctuation des phrases. De plus, nous remarquons à plusieurs endroits des passages surlignés dans le polycopié qui accompagne le cours sur les matrices. Ceci correspond à ce que nous dit Z.H. qui n'a pas vraiment détecté des commentaires et des signes personnels dans les notes des ses étudiants mais plutôt des surlignages sur le polycopié, qu'il qualifie d'anodins : « *ils surlignent maintenant sur le poly* [pendant que le professeur le lit]. *Alors l'année dernière au début, ils avaient pas de polys mais dès qu'ils en ont, ils surlignent.* [...] *Le problème c'est que quand on voit leur poly, il est surligné partout, ils colorient leur page en bleu, ils soulignent les théorèmes, ça sert à rien, donc ils ne savent pas faire* ».

Par ailleurs, quelques signes (point d'exclamation ou astérisque) se glissent occasionnellement dans les documents de certains étudiants. S'agirait-il alors d'indications de points incompris signalés par ces étudiants ? Nous pouvons le penser

puisque parmi les huit étudiants sélectionnés, quatre disent souvent ou toujours indiquer les points incompris, ce qui correspond d'ailleurs aux taux sur l'ensemble des étudiants de voie S de la promotion 2012-2013.

Quoi qu'il en soit, rappelons que notre échantillon n'est pas représentatif puisqu'il s'agit uniquement des notes de quelques étudiants et pour un seul chapitre, ce qui n'est certainement pas suffisant pour conclure.

4. Synthèse

Parmi les différents aspects de la prise de notes en classe, le plus répandu est le fait de recopier ce que le professeur écrit au tableau. C'est une pratique très majoritaire partout, plus qu'en Terminale, sans distinction selon le niveau des étudiants. Cette pratique est moins présente en T qu'en S, la différence est surtout marquée pour la promotion 2012-2013 où les étudiants ont beaucoup de difficultés en mathématiques, certains allant jusqu'à faire autre chose pendant le cours d'après leur professeur. En plus d'être indispensable pour compléter le cours du professeur, même lorsqu'un polycopié de cours est mis à disposition des étudiants, cette activité est facile et à la portée de tous les étudiants. En effet, les professeurs confirment que les étudiants aiment recopier et qu'ils les encouragent à le faire.

Par ailleurs, les autres aspects de la prise de notes demandent une analyse plus complexe qui les relie au format et à la complétude du cours du professeur ainsi qu'à ses conseils, aux dispositions et habitudes des étudiants et à leurs difficultés de suivi en classe. En effet, le taux d'étudiants qui disent souvent ou toujours compléter le cours recopié du tableau par les commentaires oraux du professeur et par des commentaires personnels varie d'une classe à l'autre. Ainsi, dans certains cas, il s'agit d'un besoin que ressentent les étudiants de compléter le cours du professeur soit parce que ce dernier est abrégé (D 2011-2012 et marocains de B) soit parce que leur attitude vis-à-vis du travail les pousse à le faire (K 2012-2013). Les professeurs Z.H. et L.D. confirment qu'ils encouragent leurs étudiants à être critiques dans leur prise de notes, sachant qu'ils fournissent aux étudiants tous les éléments mathématiques importants dans le polycopié ou au tableau. Le message semble bien passer à D 2012-2013 et K 2011-2012. De plus, les commentaires personnels restent assez fréquents, sachant que les étudiants qui en ajoutent ou pas sont en général les mêmes qui notent les commentaires oraux ou pas. Ces deux pratiques sont liées aux difficultés des étudiants à suivre le cours, à leur perception de la rapidité du rythme du cours et à leur distraction. Le cas des étudiants de B 2012-2013 en est un exemple. Ceci est donc en partie dépendant du niveau des étudiants en mathématiques, sans toutefois oublier que ces pratiques sont aussi en grande partie un résultat d'habitudes et de dispositions que les étudiants développent au cours de leur scolarité indépendamment d'une discipline donnée. Enfin, les étudiants sont moins nombreux à indiquer les points

incompris. Cela s'explique avant tout par la difficulté de prendre et compléter ses notes (à partir de l'écrit et/ou de l'oral) tout en étant capable de comprendre en même temps afin d'identifier les points incompris. Il s'agit alors d'un problème qui se pose pour de nombreux étudiants comme nous le confirment les professeurs.

Nos analyses nous permettent de mettre en évidence deux groupes distinctifs d'étudiants : ceux qui cherchent à produire un cours très complet et à l'enrichir avec leurs apports personnels, ayant répondu souvent ou toujours à tous les items, auxquels s'opposent ceux qui sont dépassés pendant le cours en termes de prise de notes et de compréhension. Par ailleurs, nous pouvons noter que les bons étudiants marocains de voie T se distinguent des autres étudiants de cette voie par leur capacité à prendre des notes à l'oral, à se permettre une distance quant au cours du professeur en y ajoutant des commentaires et à gérer prise de notes et compréhension simultanées plus facilement que les autres. Une étudiante de B qui a un bon niveau en fin d'année nous confirme cela : *« surtout que j'ai bien compris ce qui se passait en cours, je participe, puis j'écoute, donc je prends toutes les notes, tout ce qu'il écrit au tableau, même les petits exemples, et que j'ai déjà assimilé la partie »*.

L'étude des documents de quelques étudiants de la voie S pour la promotion 2012-2013 nous permet de formuler les conjectures suivantes. Les cours de Z.H. et L.D. qui semblent très complets sont fidèlement transcrits par ces étudiants qui sont des exemples de bons "preneurs de notes". Ces derniers n'ont donc pas vraiment besoin d'y ajouter quoique ce soit, hormis éventuellement quelques précisions rarement reliées au contenu mathématique du cours. Ce qui explique que nous trouvons peu d'indications et signes personnels dans leurs notes à part des surlignages de certains passages dans les photocopiés.

ANNEXES AU CHAPITRE VIII

Annexe 9 : La correction des exercices en classe

CHAPITRE IX : L'ORGANISATION DU TRAVAIL ET DES RÉVISIONS

Le quatrième thème concerne la façon dont les étudiants organisent leurs révisions et leur travail en général et en particulier pour un DS. Nous nous intéressons donc à la planification et la répartition du travail.

Nous considérons les items suivants (de la catégorie "Habitudes de travail en général") dont les modalités de réponses spécifiques sont précisées ci-dessous :

- À propos de l'organisation de mon travail (à l'aide d'un plan) ;
- Je révise mon cours et je travaille (travail habituel ou ordinaire) ;
- Pour les révisions d'un DS, je m'y mets.

Afin de comprendre comment les étudiants s'organisent pour travailler, nous établissons un descriptif du travail qui leur est demandé régulièrement par leur professeur pour le cours de mathématiques, auquel s'ajoute la préparation des DS et interrogations de cours que nous avons déjà évoqués (cf. chapitre VII section 1). Pour l'élaboration de ce descriptif et pour l'analyse qui suit, nous nous appuyons sur les informations qui nous parviennent des échanges avec les professeurs à travers les entretiens ainsi que des questionnaires qu'ils ont complétés. Nous reviendrons dans la suite sur divers aspects de certains dispositifs mis en place par les professeurs (cf. chapitres X-XIII).

1. Descriptif du travail demandé des étudiants

Ainsi, nous présentons d'abord dans le tableau ci-dessous un résumé des différentes préparations attendues des étudiants ainsi que des échéances fixées par les professeurs respectifs que nous détaillons ensuite.

	H.C. B 2011-2012 & 2012-2013	F.M. D 2011-2012	Z.H. D 2012-2013	L.D. K 2011-2012 & 2012-2013
Devoirs maison (rendus et notés)	9 par année (toutes les 3-4 semaines)	9 par année (toutes les 3-4 semaines)	15 par année (toutes les 2 semaines)	10 par année (toutes les 3 semaines)
Colles ⁹³	Toutes les 2 semaines	Toutes les 2 semaines	Toutes les 2 semaines	Toutes les 2 semaines
Exercices	1 fiche d'exercices par thème à préparer	1 fiche d'exercices par chapitre à préparer pour chaque TD	1 fiche d'exercices à préparer pour chaque TD	1 fiche d'exercices à préparer pour chaque TD + feuilles d'exercices supplémentaires

Tableau 20 : Le travail attendu des étudiants

Le travail demandé par H.C.

Comme nous l'avons déjà expliqué, H.C. doit gérer la répartition de ses séances entre explication du cours et travail sur les exercices étant donné qu'il n'a pas de TD consacrés aux exercices. Ainsi, afin de maximiser le temps consacré aux exercices, il envoie par mail systématiquement aux étudiants des fiches d'exercices pour chaque thème, voire chaque partie du cours, qu'ils sont censés préparer avant la correction en classe. En général, il leur laisse une marge de quelques jours pour les travailler, sachant qu'il ne prévoit pas une planification particulière pour les corrections ; en effet, tout dépend de l'avancement des étudiants et de leurs questions sur le cours. Comme nous l'avons déjà vu, la progression du cours est souvent retardée par les difficultés des étudiants en mathématiques. En général, ces fiches contiennent beaucoup d'exercices d'application directe du cours, surtout d'entraînement à l'application des formules de base (par exemple 50 dérivées simples à calculer), ainsi que quelques problèmes plus complexes de différents niveaux de difficultés. Lors de la correction, H.C. détaille certains exercices tandis qu'il survole d'autres, « *lorsque c'est évident je passe vite sinon je détaille* », il lui arrive même de ne pas du tout aborder les exercices qui se répètent sachant qu'il envoie le corrigé de chaque fiche après en avoir terminé.

En plus des exercices travaillés en classe, les étudiants ont des DM à préparer et rendre toutes les 3-4 semaines qui portent sur des exercices relativement complexes (pas des applications directes du cours) en rapport avec le chapitre en cours ou achevé. Ils sont corrigés et notés puis retournés par le professeur. Comme nous l'avons déjà précisé, H.C. est très tolérant quant à la préparation des DM. Il est assez flexible quant aux échéances

⁹³ Pour rappel, les colles font l'objet d'un descriptif détaillé dans le chapitre XIII consacré à ce dispositif.

et encourage vivement un travail collaboratif. Les étudiants peuvent donc rendre un même DM avec plusieurs noms. Selon lui, cela lui évite de corriger des devoirs entièrement copiés et incite les étudiants à contribuer aux devoirs et à s'entraider. De plus, ceci lui permet d'alléger la part de travail individuel puisqu'il trouve que les étudiants sont débordés et fatigués.

Enfin, les étudiants ont des colles de mathématiques toutes les deux semaines. Pour ces épreuves, ils doivent surtout apprendre leur cours mais n'ont pas d'exercices particuliers à (re-)travailler. Dans ce lycée, les exigences, le contenu et le déroulement des colles ne sont pas les mêmes que pour les deux lycées de voie S (détails chapitre XIII).

Le travail demandé par F.M.

Pour F.M. nous n'avons pas d'information détaillée concernant le travail qu'il demande aux étudiants. Nous savons tout de même qu'il leur donne une fiche d'exercices par chapitre à préparer pour le TD, qu'il corrige ensuite en TD et quelques fois en cours, puis renvoie le corrigé par mail. Comme chez H.C., les étudiants ne préparent presque jamais les exercices avant les séances.

De plus, les étudiants doivent rendre des DM toutes les 3-4 semaines qui portent sur des problèmes assez difficiles, souvent de type-concours. Ils sont corrigés et notés puis retournés par le professeur. F.M. autorise le travail en groupes pour les DM et n'inclut pas la note dans la moyenne, il s'agit simplement d'une appréciation qui peut aider les étudiants à remonter leur moyenne selon lui.

Enfin, les étudiants ont des colles de mathématiques toutes les deux semaines pour lesquelles ils doivent apprendre leur cours, notamment les démonstrations (détails chapitre XIII).

Le travail demandé par Z.H.

Z.H. ne donne pas d'exercices à préparer pour un cours qui suit. Il distribue simplement la fiche d'exercices de TD quelque jours avant la séance et informe les étudiants qu'ils sont censés la préparer, sachant que la majorité ne le feront pas. Cette fiche contient des exercices "non-basiques" plus complexes que les applications directes du cours, éventuellement un extrait de problème de concours. Z.H. corrige autant d'exercices que possible pendant la séance de TD puis quelques uns en séance de cours et laisse le reste pour les cours de soutien par manque de temps.

De plus, les étudiants doivent rendre des DM toutes les 2 semaines, soit plus régulièrement qu'ailleurs, « *qui portent sur des bouts de thèmes, qui sont adaptés, [Z.H.] regroupe dans les DM des thèmes importants* ». Ils sont corrigés et notés puis retournés

par le professeur, donc les étudiants sont censés les chercher, mais ils ne le font pas : « *ils se contentent de les recopier sur le voisin* ».

Enfin, les étudiants ont des colles de mathématiques toutes les deux semaines (mêmes modalités et exigences que F.M., détails chapitre XIII).

Le travail demandé par L.D.

Comme les autres professeurs de voie S, L.D. donne à ses étudiants la fiche d'exercices prévue pour chaque TD quelques jours en avance en leur demandant de la préparer. D'habitude, il sélectionne les exercices que les étudiants peuvent préparer seuls en avance et en garde quelques uns à chercher avec eux en TD : « *j'essaie qu'à la maison ils aient que des choses vraiment très à leur portée, donc c'est plus l'entraînement de type calculs ou l'entraînement vraiment où ils ont pas besoin d'avoir de l'idée, de la conjecture, tout ce qui les rebutent en fait. C'est très court. Tout ce qui est exercice difficile et qui les ferait abandonner, je le garde pour le TD* ». Son discours renvoie aux résultats de Daverne et Dutercq (2013) qui relèvent que « *l'ambition de la plupart [des] élèves [de CPGE] reste à la mesure de ce qui est leur portée* » (p.9). Ensuite, il corrige les exercices lors de la séance de TD et en cours en laissant, lorsque possible, le temps aux étudiants pour réfléchir étant donné qu'ils ne préparent presque jamais les exercices à l'avance. Si il ne réussit pas à tout corriger, il n'envoie pas de corrigé aux étudiants : « *ce qu'on n'a pas fait tant pis, voilà* ». Toutefois, il invite ceux qui le souhaitent à lui rendre par écrit les exercices afin de les corriger et de leur faire un retour, chose qu'ils ne font presque jamais. De plus, il reste disponible pour répondre aux questions concernant les exercices qu'ils ne réussissent pas à résoudre.

En plus de ces exercices, L.D. envoie régulièrement aux étudiants par mail des fiches d'exercices supplémentaires qu'ils peuvent utiliser pour s'entraîner notamment en préparation des colles. Il s'agit à chaque fois de 3-4 exercices avec des degrés de difficulté variables, éventuellement un extrait de problème de concours. Ces exercices ne sont pas corrigés en classe mais les étudiants reçoivent le corrigé par mail aussi. L.D. est aussi ouvert aux questions si besoin.

De plus, les étudiants doivent rendre des DM toutes les 3 semaines, avec un décalage lorsqu'un DS est prévu pour la même semaine. Un DM pour L.D. « *ça doit être un problème de concours ou cette longueur-là* ». Rappelons que comme H.C., il incite indirectement les étudiants à travailler ensemble pour chercher les DM : « *je ne les pénalise pas s'ils ont des copies proches, [...] ils savent que je serai plutôt d'accord et motivé* ».

Enfin, les étudiants ont des colles de mathématiques toutes les deux semaines (mêmes modalités et exigences qu'à D, détails chapitre XIII).

2. Le plan de travail

Dans les tableaux qui suivent, il ne s'agit pas du taux de ceux qui ont répondu "souvent ou toujours" en fin d'année, mais du taux de ceux qui, en fin d'année, disent faire un plan détaillé et le respecter ou ne pas le suivre vraiment, les deux modalités étant regroupées.

À propos de l'organisation de mon travail

Globalement

La majorité des étudiants travaillent soit sans plan soit avec un plan approximatif.

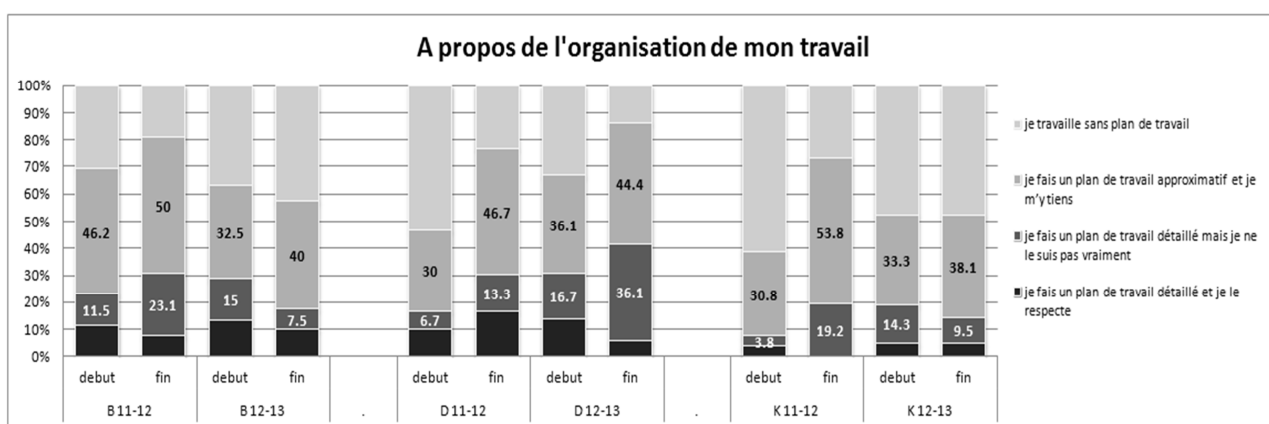


Diagramme en barres 23 : À propos de l'organisation de mon travail

Nous ne notons pas d'évolutions significatives entre le début et la fin de l'année. En effet, les variations changent d'un lycée à l'autre et d'une promotion à l'autre, mais les écarts avec la Terminale ne sont pas significativement marqués.

Nous observons une dépendance pour l'ensemble entre cet item et le lycée (test du Khi-deux, p valeur=0,025).

	Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)		
Organisation du travail à l'aide d'un plan détaillé (respecté ou pas)	B 23%	D 36%	K 17%

Tableau de dépendance 39 : Organisation du travail à l'aide d'un plan détaillé (1)

Cette dépendance souligne les différences entre les lycées. Cependant, nous pouvons voir que les étudiants qui font un plan détaillé (respecté ou non) sont minoritaires dans les trois lycées, surtout à K (17%). Nous considérons donc le détail pour chaque lycée.

Selon le lycée

B

Pour les deux promotions, en fin d'année préparatoire, nous observons une légère hausse du taux de ceux qui font un plan approximatif par rapport à la Terminale. Toutefois, il y a des différences entre les deux classes.

En 2011-2012, il reste peu d'étudiants en fin d'année préparatoire qui ne font pas de plan (baisse de 31% à 19%) et nous notons une hausse du taux de ceux qui font un plan détaillé sans le suivre. Tandis qu'en 2012-2013, légèrement plus d'étudiants travaillent sans plan (hausse de 35% à 43%) aux dépens de ceux qui font un plan détaillé en le suivant ou pas (baisse de 27% à 17%).

En moyenne sur les deux promotions, très peu d'étudiants continuent à faire un plan détaillé et à le respecter en fin d'année (environ 9%).

Par ailleurs, cette pratique est liée au lycée d'origine* d'une part (test du Khi-deux, p valeur=0,001) et au niveau* des étudiants d'autre part (test du Khi-deux, p valeur=0,03).

	Répartition selon le lycée d'origine* (pour les T)		Répartition selon le niveau* (pour les T)		
Organisation du travail à l'aide d'un plan détaillé (respecté ou pas)	Maroc 48%	France 11%	b 46%	m 27%	f 14%

Tableau de dépendance 40 : Organisation du travail à l'aide d'un plan détaillé (2)

Il semble que les marocains (48%) sont plus nombreux à faire un plan détaillé, qu'ils le respectent ou non, tandis que les non marocains sont majoritaires (89%) à ne pas faire de plan, ou à en faire un approximatif.

De plus, nous remarquons que les faibles sont majoritaires à ne pas faire de plan ou à en faire un approximatif (uniquement 14% font un plan détaillé) ; alors que pour les bons (46%) et en moindre mesure les moyens (27%), il est plus commun de faire un plan détaillé (respecté ou pas).

D et K

En général en voie S, nous observons une baisse du taux de ceux qui travaillent sans plan au cours de l'année, accompagnée d'une hausse du taux de ceux qui font un plan approximatif et de ceux qui font un plan détaillé sans vraiment le suivre. Ceux qui font un plan détaillé et le respectent restent rares (moins de 10% en moyenne). Une exception se présente à K en 2012-2013 : le taux d'étudiants travaillant sans plan ne change pas, légèrement plus d'étudiants qu'en Terminale font un plan approximatif (38% au lieu de 33%), mais moins d'étudiants font un plan détaillé sans le suivre.

Par ailleurs, nous observons des comportements différents entre les deux lycées. Cela est reflété par une dépendance de cet item avec le lycée (test du Khi-deux, $p_{\text{valeur}}=0,012$).

Organisation du travail à l'aide d'un plan détaillé (respecté ou pas)	Répartition selon le lycée (pour les S)	
	D 36%	K 17%

Tableau de dépendance 41 : Organisation du travail à l'aide d'un plan détaillé (3)

En moyenne, les plans détaillés (respectés ou non) sont plus communs à D (36%) qu'à K (17%). De plus, les étudiants qui travaillent sans plan en fin d'année sont nettement plus nombreux à K (surtout en 2012-2013, 48%) qu'à D (23% et 14% respectivement sur les deux promotions).

Il n'y a pas de dépendance selon le niveau pour les étudiants de voie S pour cet item.

Interprétations et conjectures

La tendance globale est que moins de personnes travaillent sans plan en comparaison avec la Terminale et plus d'étudiants travaillent avec un plan approximatif (le taux atteint 45% en moyenne en fin d'année). De plus, en général, il y a légèrement plus d'étudiants qui font un plan détaillé sans s'y tenir tandis que ceux qui font un plan détaillé et le respectent sont rares. Toutefois, à part ces observations qui présentent quelques exceptions, il n'y a pas vraiment d'aspect générique à cette pratique qui change d'une classe à l'autre indépendamment de la voie. Ainsi, nous cherchons des explications en lien avec les conseils des professeurs quant à ce dispositif.

L'utilisation d'un plan de travail à B

Pour B, H.C. ne nous apporte aucune information concernant l'organisation de cette pratique dans son lycée. Cependant, nous pouvons expliquer les différences entre les deux classes en partie par l'attitude globale et les habitudes de travail de chacune. En effet, comme nous l'avons observé et conjecturé précédemment, les étudiants de B 2012-2013 semblent travailler globalement moins et rencontrent plus de difficultés que leurs prédécesseurs de la promotion 2011-2012, ceci en raison de leur situation problématique confirmée par H.C. et que nous retrouverons à travers plusieurs items dans la suite. Ainsi, à B 2012-2013, en comparaison avec la Terminale et avec la promotion 2011-2012, plus d'étudiants travaillent sans plan et moins d'étudiants font un plan détaillé (respecté ou pas). Par ailleurs, le fait de faire un plan détaillé (respecté ou pas) est plus répandu parmi les bons étudiants de voie T, donc les marocains. Encore une fois, il pourrait s'agir d'une habitude qu'ils ont développée dans leur lycée au Maroc et qu'ils ont maintenue en prépa, mais nous ne pouvons pas le confirmer.

L'utilisation d'un plan de travail à D

À D, les étudiants des deux promotions sont plus nombreux qu'ailleurs à faire un plan approximatif mais aussi un plan détaillé (respecté ou pas), surtout en 2012-2013. Lors de nos échanges avec Z.H., il nous a expliqué qu'il est possible d'attribuer ces résultats non pas au professeur de mathématiques, mais à un dispositif mis en place depuis plusieurs années dans ce lycée. En effet, le professeur principal de première année (professeur d'anglais) joue le rôle de coordinateur du travail des étudiants en les aidant à planifier leur travail: *« il leur fait, et c'est là où ça apparaît je pense l'organisation du travail, il leur fait presque, il les aide à faire des plans. Il les prend en charge, il leur dit si vous voulez, on en discute ensemble de votre planning, tel jour je vais travailler, ils font même des plannings détaillés, certains me disent là j'ai pris mon goûter à telle heure. Et ça il y en a que ça aide, oui ça les aide que déjà ils se sentent soutenus ce qui est énorme même s'ils arrivent pas à respecter leur planning, mais déjà qu'ils en parlent c'est énorme pour eux. C'est ceux-là, je pense que ça vient de là, c'est pas moi, c'est le collègue d'anglais qui s'investit énormément là-dedans »*. Ceci met en avant l'enveloppement de l'institution qui peut prendre différentes formes et degrés, sachant que ce dispositif n'est pas forcément généralisé en CPGE comme nous le notons ci-dessous pour K.

L'utilisation d'un plan de travail à K

Enfin, à K, les étudiants restent nombreux à ne pas faire de plan de travail et très rares à faire un plan détaillé (respecté ou pas) comparés à ceux des autres lycées. L.D. nous dit qu'il n'encourage pas à faire un plan de travail parce qu'il ne saurait pas trop quoi leur dire et ne mentionne aucun dispositif qui encouragerait cette pratique: *« non non j'ai jamais encouragé mais peut-être qu'il faudrait »*. De plus, il ne croit pas que ses étudiants en font : *« non non je ne pense pas [qu'ils font un plan]. Après, ce qu'ils me disent parfois, c'est que les choses qui reviennent la semaine, enfin quand ils ont un trou de deux heures par exemple tous les jeudis matins finalement c'est bénéfique parce qu'ils savent que ces deux heures-là, ils se sont organisés de telle manière pour les remplir »*.

3. L'organisation des révisions

Dans les tableaux qui suivent, il s'agit du taux cumulé d'étudiants qui, en fin d'année, ont choisi l'une des deux modalités indiquant ce que nous considérons être plus d'assiduité ou d'avance dans le travail, sauf autre précision. Pour le travail que nous qualifierons d'"ordinaire", soit les révisions de cours et le travail habituel qui ne visent pas un DS, il s'agit des modalités "par période" et "régulièrement d'une séance à l'autre" ; pour les révisions d'un DS, il s'agit des modalités "deux jours avant" et "au moins une semaine avant".

Je révise mon cours et je travaille ; Pour les révisions d'un DS je m'y mets

Globalement

En général, pour le travail ordinaire qui a lieu habituellement, les étudiants de voie S sont plus nombreux à être assidus que ceux de voie T. Cependant, ils ne sont pas nécessairement plus nombreux à entamer les révisions d'un DS en avance. Nous observons des différences entre les lycées et même entre les classes pour les deux items.

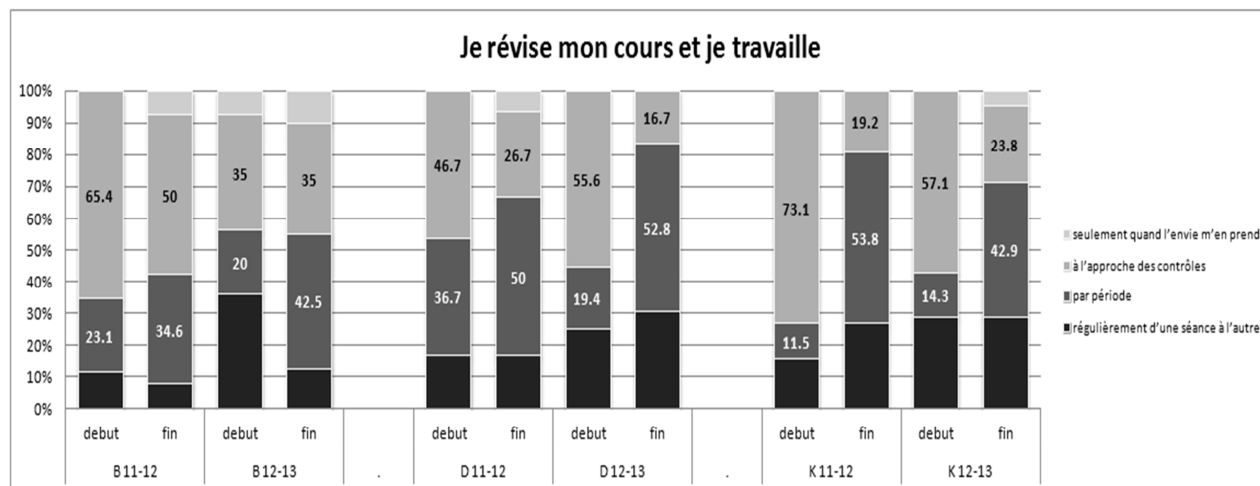


Diagramme en barres 24 : Je révise mon cours et je travaille

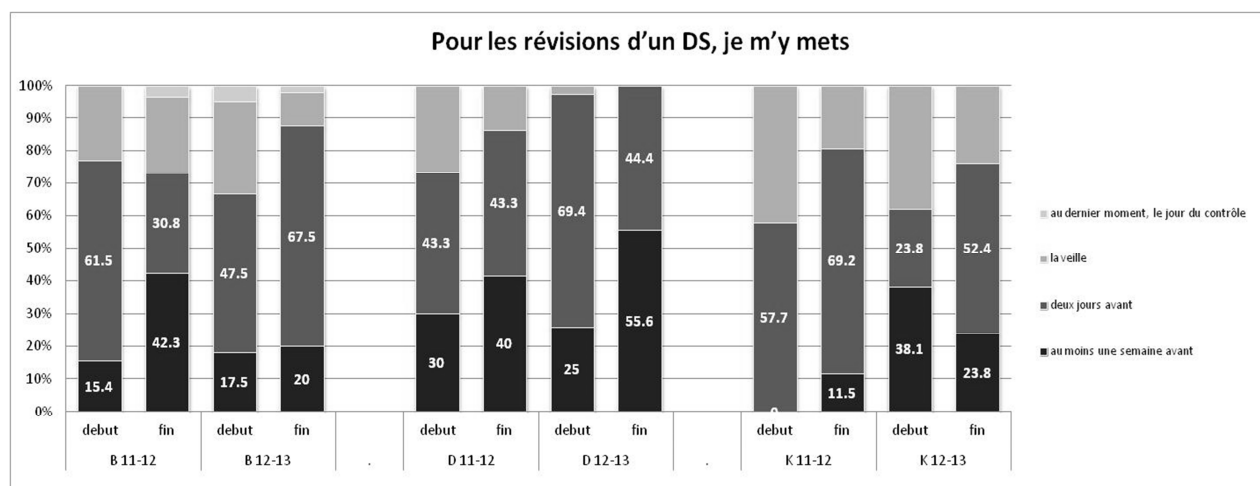


Diagramme en barres 25 : Pour les révisions d'un DS, je m'y mets

Qu'il s'agisse des révisions de cours et du travail ordinaire ou des révisions d'un DS, nous notons une évolution significative sur l'ensemble entre le début et la fin de l'année préparatoire (test de McNemar, pvalue=0 et pvalue=0,001 respectivement pour les deux items). En effet, nous observons, presque partout, une hausse du taux d'étudiants qui ont choisi l'une des deux modalités indiquant respectivement plus d'assiduité dans les révisions du cours et le travail ordinaire ("par période" ou "régulièrement d'une séance à

l'autre") et plus d'avance dans les révisions d'un DS ("deux jours avant" ou "au moins une semaine avant").

Par ailleurs, en fin d'année, le fait de réviser son cours et de travailler en général dépend de la voie d'une part (test du Khi-deux, pvalue=0) et du lycée d'autre part (test du Khi-deux, pvalue=0,001), mais pas du niveau.

	Répartition selon la voie (pour l'ensemble)		Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)		
Révisions de cours et travail habituel (par période ou régulièrement d'une séance à l'autre)	T 50%	S 76%	B 50%	D 76%	K 77%

Tableau de dépendance 42 : Révisions de cours et travail habituel

Sur l'ensemble, le travail ordinaire assidu est en moyenne nettement plus répandu parmi les étudiants de voie S (76%) que ceux de voie T (50%), sachant qu'il y a de faibles différences entre les deux lycées de voie S que nous explorons ci-dessous.

De plus, les révisions d'un DS dépendent du lycée (test du Khi-deux, pvalue=0,024).

	Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)		
Révisions d'un DS (deux jours avant ou au moins une semaine avant)	B 82%	D 94%	K 79%

Tableau de dépendance 43 : Révisions d'un DS (1)

En fin d'année, la grande majorité des étudiants des trois lycées semblent s'y prendre en avance pour les révisions d'un DS. Toutefois, une analyse plus détaillée révèle des différences entre les lycées et même entre les classes.

Dans la suite, nous considérons ces deux items en détail selon la voie et le lycée.

Selon la voie et/ou le lycée

Les T

Pour les étudiants de voie T, nous ne notons pas d'évolution statistiquement significative pour les deux items par rapport à la Terminale. Toutefois, il y a des évolutions importantes à signaler et des différences entre les deux promotions.

Considérons d'abord les révisions du cours et le travail habituel en fin d'année préparatoire. En 2011-2012, la moitié des étudiants révisent leurs cours et travaillent à l'approche des contrôles (moins qu'en Terminale) et 35% le font par période (plus qu'en Terminale). En 2012-2013, les étudiants qui révisent leurs cours et travaillent à l'approche des contrôles sont moins nombreux (35%) que ceux de la promotion précédente et ceux qui le font par période sont plus nombreux (43%). À première vue, cela pourrait laisser penser que les étudiants de cette classe sont plus assidus que ceux de la promotion 2011-2012, ce qui serait contradictoire avec nos précédentes conjectures concernant la situation particulière de ces étudiants. Cependant, en regardant de plus près les évolutions des taux, nous pouvons voir que ce n'est pas le cas. Nous considérons les évolutions par rapport à la Terminale des deux modalités de travail assidu (par période ou régulièrement). Nous pouvons alors voir qu'en fin de Terminale, 35% des étudiants de la promotion 2012-2013 travaillaient régulièrement d'une séance à l'autre, alors qu'ils ne sont plus que 12% en fin de classe préparatoire, ce taux a donc subi une chute très marquée. Par ailleurs, le taux de ceux qui travaillent par période a plus que doublé en fin de prépa par rapport à la Terminale. Ainsi, même si le taux cumulé d'étudiants qui travaillent de façon assidue est supérieur en fin d'année en 2012-2013, les étudiants de cette classe évoluent vers moins d'assiduité au cours de l'année, ce qui n'est pas le cas pour ceux de la promotion 2011-2012.

Pour les révisions d'un DS en fin de Terminale, la majorité des étudiants commencent les révisions deux jours avant, plus en 2011-2012 (62%) qu'en 2012-2013 (48%). Les taux évoluent au cours de l'année de classe préparatoire, mais pas de la même manière pour les deux promotions, sachant que les évolutions ne sont pas statistiquement significatives. En 2011-2012, nous notons une baisse du taux de ceux qui commencent les révisions deux jours avant le DS (taux réduit à moitié pour atteindre 31%) et une hausse du taux de ceux qui entament les révisions au moins une semaine à l'avance (taux presque triplé pour atteindre 42%). Ainsi, nous pouvons dire que ces étudiants évoluent largement vers la modalité de travail la plus en avance. En 2012-2013, nous observons une baisse du taux de ceux qui commencent les révisions la veille d'un DS (taux réduit de plus de la moitié pour atteindre 10%) et une hausse du taux de ceux qui entament les révisions deux jours avant le DS (taux hausse de 20% pour atteindre 68%). Ainsi, comme pour l'item précédent, le taux cumulé d'étudiants qui s'y mettent en avance pour les révisions d'un DS est supérieur en fin d'année en 2012-2013. Toutefois, les étudiants de la promotion 2011-2012 sont plus nombreux à évoluer vers des révisions d'un DS plus anticipées que ceux de la promotion 2012-2013 (une semaine plutôt que deux jours).

Il n'y a pas de dépendance statistique pour ces deux items. Cependant, nous remarquons que pour les deux promotions, les marocains, donc les bons, travaillent plus assidûment

d'habitude et plus à l'avance pour les révisions d'un DS (les taux étant légèrement supérieurs à ceux des français, ou des faibles et moyens).

Les S

En fin d'année préparatoire et pour les quatre classes de voie S, les étudiants assidus dans leurs révisions de cours et travail habituel sont plus nombreux qu'ils ne l'étaient en fin de Terminale. En effet, nous observons une hausse significative du taux de ceux qui travaillent plus assidûment, soit par période ou régulièrement d'une séance à l'autre, pour l'ensemble des étudiants des deux promotions dans chaque lycée (test de McNemar $p_{\text{valeur}}=0,001$ pour D et $p_{\text{valeur}}=0$ pour K).

Au cours de la première année préparatoire, les étudiants des deux lycées S ont des comportements proches pour cet item pour les deux promotions. Globalement, nous observons une baisse du taux d'étudiants qui travaillent à l'approche des contrôles, pour atteindre 22% en moyenne à la fin de l'année, avec deux baisses statistiquement significatives de 53% à K en 2011-2012 (test de McNemar $p_{\text{valeur}}=0,001$) et de 40% à D en 2012-2013 (test de McNemar $p_{\text{valeur}}=0,01$). De plus, le taux d'étudiants qui révisent le cours et travaillent par période croît fortement partout, pour atteindre 50% en moyenne pour les deux promotions, de même que le taux de ceux qui le font régulièrement d'une séance à l'autre augmente aussi (sauf pour K 2012-2013 où il reste stable).

Par ailleurs, nous ne notons aucune dépendance significative pour cet item.

Pour les révisions d'un DS, les étudiants des deux lycées n'ont pas le même comportement, déjà en fin de Terminale, mais aussi en fin d'année préparatoire.

D'abord, pour les deux promotions, nous observons une évolution significative à K pour le taux d'étudiants qui entament les révisions d'un DS à l'avance par rapport à la Terminale (test de McNemar $p_{\text{valeur}}=0,035$), mais pas à D où le taux de départ est déjà très fort en fin de Terminale. Ainsi, à K, le taux d'étudiants qui entament les révisions d'un DS à l'avance, soit deux jours avant ou au moins une semaine avant, passe de 60% en moyenne en fin de Terminale à environ 78% en fin d'année préparatoire. Tandis qu'à D, ce taux est déjà nettement supérieur en Terminale (73% en 2011-2012, et 94% en 2012-2013), il augmente de 10% et 6% respectivement.

Pour cet item, nous notons une dépendance avec le lycée (test du Khi-deux, $p_{\text{valeur}}=0,09$).

	Répartition selon le lycée (pour les S)	
Révisions d'un DS (deux jours avant ou au moins une semaine avant)	D 94%	K 79%

Tableau de dépendance 44 : Révisions d'un DS (2)

Malgré des taux très forts dans les deux lycées, nous notons une différence entre K et D quant aux étudiants qui entament les révisions d'un DS en avance. En effet, en fin de première année préparatoire, les étudiants de D sont donc nettement plus nombreux à s'y prendre plus en avance pour les révisions d'un DS que ceux de K, surtout ceux de D en 2012-2013. Les étudiants de D se distinguent surtout par un très fort taux pour les révisions au moins une semaine avant : 40% et 56% respectivement pour les deux promotions, alors qu'à K ces taux sont de 12% et 24% respectivement avec la majorité des étudiants qui commencent les révisions deux jours avant le DS.

Enfin, dans ces deux lycées, personne n'attend le dernier moment pour commencer les révisions (tandis qu'environ 5% des T le font). Mais une proportion non négligeable d'étudiants s'y met la veille à K (environ 20%), alors qu'ils sont moins nombreux à D avec 0% en 2012-2013.

Par ailleurs, il n'y a pas de dépendance statistique pour cet item avec le niveau.

Liens entre ces deux items

En croisant les deux items pour l'ensemble des étudiants en fin d'année préparatoire, nous trouvons une dépendance (test du Khi-deux, pvalue=0). La plus grande proportion (65%) est celle des étudiants qui disent réviser leur cours et travailler assidûment entre les séances (par période ou régulièrement d'une séance à l'autre) et en même temps s'y prendre à l'avance pour les révisions d'un DS (deux jours avant ou au moins une semaine avant). Ces affirmations indiqueraient un travail sérieux pour la majorité des étudiants, sachant que tout ce qui est dit n'est pas nécessairement fait.

Nous considérons ce même croisement en séparant les deux modalités qui indiquent une assiduité ou anticipation lors des révisions. Nous faisons ainsi apparaître le détail selon trois modalités pour chaque item, pour plus de précision dans les interprétations. Nous trouvons aussi une dépendance entre ces deux items pour l'ensemble des étudiants en fin d'année préparatoire (test du Khi-deux, pvalue=0).

	Pour les révisions d'un DS je m'y mets			Total
	au dernier moment ou la veille	deux jours avant	au moins une semaine avant	
Je révise mon cours et je travaille				
seulement quand l'envie m'en prend ou à l'approche des contrôles	23	31	6	60
par période	3	48	32	83
régulièrement d'une séance à l'autre	0	14	21	35
Total	26	93	59	178

Tableau de dépendance 45 : Croisement des items Je révise mon cours et je travaille et Pour les révisions d'un DS je m'y mets

Pour le travail ordinaire, la plus grande partie des étudiants (presque la moitié) travaille par période ; nous pouvons parler de travail moyennement assidu. Parmi ces étudiants, nous observons deux comportements dominants pour les révisions des DS : il y a d'abord ceux qui s'y mettent deux jours avant (27% de l'ensemble) puis ceux qui s'y mettent au moins une semaine avant (18% de l'ensemble). Pour les premiers, il y a une complémentarité entre un travail ordinaire assez assidu et des révisions relativement en avance. Pour les seconds, il s'agirait d'étudiants plus travailleurs soit parce qu'ils sont plus sérieux ou encore parce qu'ils ont besoin de travailler davantage et en anticipation. Ensuite, viennent les étudiants dont le travail ordinaire n'est pas assidu (quand l'envie m'en prend ou à l'approche des contrôles) mais qui commencent les révisions d'un DS deux jours avant (17% de l'ensemble). En regardant plus en détail, il s'avère que ces étudiants travaillent surtout à l'approche des contrôles. Ils entameraient donc les révisions d'un DS un peu en avance (deux jours) sans doute afin de tenter de se rattraper. Leur façon de travailler fait penser à celle des étudiants de Première S interviewés lors de l'étude menée par Castela (2011).

Enfin, deux modes de travail et de révisions extrêmes s'opposent. D'une part, nous avons les étudiants qui travaillent régulièrement d'une séance à l'autre et entament les révisions d'un DS au moins une semaine avant. D'autre part, nous trouvons les étudiants dont le travail ordinaire n'est pas assidu (surtout à l'approche des contrôles) et qui commencent les révisions d'un DS en retard (surtout la veille). Il s'agirait d'étudiants très sérieux

(12% de l'ensemble) dans le premier cas et d'étudiants pas du tout sérieux (13% de l'ensemble) dans le second cas.

Liens avec les items concernant les problèmes en général

Dans ce qui suit, nous croisons les deux items sur l'organisation des révisions avec les cinq problèmes que les étudiants rencontrent lorsqu'ils travaillent en général. Pour les items sur l'organisation du travail, nous séparons les deux modalités du travail respectivement assidu ("par période" et "régulièrement d'une séance à l'autre") ou anticipé ("deux jours avant" et "au moins une semaine avant") pour faire apparaître trois modalités par item.

Report de travail

Nous considérons d'abord les liens avec le problème de report de travail. Rappelons que ce problème est majoritaire en fin d'année parmi les deux promotions de T et à K 2011-2012 (taux d'environ 60%), mais moins présent dans les trois autres classes S (taux autour de 40%).

Nous notons une dépendance entre le problème de report de travail et les révisions du cours et le travail ordinaire d'une part (test du Khi-deux, p-valeur=0) et les révisions d'un DS d'autre part (test du Khi-deux, p-valeur=0,004).

		Report de travail		Total
		non	oui	
Révisions de cours et travail habituel	seulement quand l'envie m'en prend ou à l'approche des contrôles	18	42	60
	par période	43	40	83
	régulièrement d'une séance à l'autre	28	8	36
Total		89	90	179

Tableau de dépendance 46 : Croisement des items Je révise mon cours et je travaille et Un de mes problèmes est que je reporte mon travail et puis je me retrouve débordé

	Report de travail		Total
	non	oui	
Révisions d'un DS au dernier moment ou la veille	7	19	26
deux jours avant	44	49	93
au moins une semaine avant	37	22	59
Total	88	90	178

Tableau de dépendance 47 : Croisement des items Pour les révisions d'un DS je m'y mets et Un de mes problèmes est que je reporte mon travail et puis je me retrouve débordé

Dans les deux croisements, nous pouvons d'abord voir que pour la modalité du milieu - respectivement "par période" et "deux jours avant" - qui est la plus répandue dans chaque cas, les étudiants sont répartis de façon quasi-égale entre ceux qui ont un problème de report de travail et ceux qui n'ont pas ce problème. Le fait de travailler par période et le fait de commencer les révisions d'un DS deux jours avant peuvent être considérés comme des comportements de report ou de non report. Lorsque nous les opposons respectivement à "régulièrement d'une séance à l'autre" et "une semaine avant", nous mettons en avant le manque d'assiduité ou d'anticipation et pouvons donc les associer au report de travail. Dans le cas contraire, il s'agirait de les opposer plutôt au travail irrégulier et tardif pour souligner un travail plutôt assidu ou anticipé respectivement.

Nous notons que les étudiants qui ne sont pas assidus dans le travail ordinaire ainsi que ceux qui ne s'y prennent pas à l'avance pour les révisions d'un DS sont majoritaires à avoir un problème de report de travail. En effet, 70% de ceux qui révisent leur cours et travaillent seulement quand ils en ont envie ou à l'approche des contrôles, puis 73% de ceux qui commencent les révisions d'un DS au dernier moment ou la veille disent avoir un problème de report de travail et se trouvent débordés.

Enfin, parmi les étudiants qui révisent le cours et travaillent régulièrement d'une séance à l'autre, uniquement 22% ont un problème de report de travail. Par ailleurs, 37% des étudiants qui commencent les révisions d'un DS au moins une semaine avant ont un problème de report de travail et se trouvent débordés. Nous pouvons conjecturer que les étudiants qui d'habitude ne reportent pas leur travail, mènent un travail ordinaire assidu et entament les révisions d'un DS assez à l'avance, de manière cohérente, ne se trouvent pas débordés. Cependant, il y aurait une partie des étudiants qui, reportant le travail ordinaire, se trouvent débordés mais s'y prennent assez tôt pour les révisions d'un DS afin de se rattraper.

Travail lorsqu'il le faut

Nous considérons ensuite les liens avec le problème de ne pas pouvoir se mettre au travail lorsqu'il le faut. Rappelons que ce problème est majoritaire partout en fin de classe préparatoire (60% sur l'ensemble, plus marqué à B en 2012-2013).

Il y a une dépendance entre le problème de ne pas pouvoir se mettre au travail lorsqu'il le faut et les révisions du cours et le travail ordinaire d'une part (test du Khi-deux, p -valeur=0,02) et les révisions d'un DS d'autre part (test du Khi-deux, p -valeur=0,008).

		Travail lorsqu'il le faut		Total
		non	oui	
Révisions de cours et travail habituel	seulement quand l'envie m'en prend ou à l'approche des contrôles	16	44	60
	par période	26	57	83
	régulièrement d'une séance à l'autre	18	17	35
Total		60	118	178

Tableau de dépendance 48 : Croisement des items Je révise mon cours et je travaille et Un de mes problèmes est que je n'arrive pas à me mettre au travail lorsqu'il le faut, surtout le soir et après les cours

		Travail lorsqu'il le faut		Total
		non	oui	
Révisions d'un DS	au dernier moment ou la veille	4	22	26
	deux jours avant	28	64	92
	au moins une semaine avant	27	32	59
Total		59	118	177

Tableau de dépendance 49 : Croisement des items Pour les révisions d'un DS je m'y mets et Un de mes problèmes est que je n'arrive pas à me mettre au travail lorsqu'il le faut, surtout le soir et après les cours

Dans les deux croisements, nous pouvons d'abord noter que le problème de ne pas pouvoir se mettre au travail lorsqu'il le faut est très répandu parmi les étudiants qui ne sont pas assidus dans le travail ordinaire (73%), de même que ceux qui ne s'y prennent pas à l'avance pour les révisions d'un DS (85%).

Nous pouvons penser que ces étudiants, ayant du mal à se mettre au travail lorsqu'il le faut, révisent leur cours et travaillent d'habitude seulement quand ils en ont envie ou à l'approche des contrôles, et commencent les révisions d'un DS au dernier moment ou la

veille. De plus, nous postulons qu'une partie de ces étudiants aurait aussi un problème de report de travail. En effet, 16 étudiants qui ne sont pas assidus dans le travail ordinaire et qui s'y prennent tard pour les révisions d'un DS, disent avoir les deux problèmes (report de travail et travail lorsqu'il le faut).

En second lieu, ce problème est aussi très répandu parmi les étudiants qui d'habitude révisent leur cours et travaillent par période (68%) et ceux qui s'y mettent deux jours avant pour un DS (70%). Nous pouvons interpréter le fait de travailler par période et le fait de commencer les révisions d'un DS deux jours avant comme les résultats de l'incapacité à se mettre au travail lorsqu'il le faut. Il faut alors préciser qu'avoir un problème ne veut pas nécessairement dire qu'on ne fait pas le travail, mais que parfois, il faut peut-être se faire violence et qu'on finit par le faire même si on met du temps.

Enfin, les étudiants qui révisent le cours et travail régulièrement d'une séance à l'autre, ainsi que ceux qui commencent les révisions d'un DS au moins une semaine avant sont beaucoup moins nombreux que les autres à avoir du mal à se mettre au travail lorsqu'il le faut, même si les taux restent remarquablement forts (49% et 54% respectivement).

Concentration jusqu'à la fin

Nous considérons enfin les liens avec le problème de ne pas pouvoir se concentrer pour étudier et le rester jusqu'à la fin. Rappelons que ce problème n'est pas vraiment répandu en fin classe préparatoire (40% sur l'ensemble), surtout en comparaison avec les deux problèmes évoqués précédemment.

Il y a une dépendance entre ce problème et les révisions d'un DS (test du Khi-deux, $p\text{-valeur}=0,003$).

		Concentration jusqu'à la fin		Total
		non	oui	
Révisions d'un DS	au dernier moment ou la veille	11	15	26
	deux jours avant	46	47	93
	au moins une semaine avant	43	16	59
Total		100	78	178

Tableau de dépendance 50 : Croisement des items Pour les révisions d'un DS je m'y mets et Un de mes problèmes est que je lorsque j'étudie, je ne suis pas capable de me concentrer et de le rester jusqu'à ce que je termine

Nous pouvons voir que ce problème est peu répandu parmi les étudiants qui entament les révisions d'un DS au moins une semaine avant (27%), alors que parmi les autres étudiants qui s'y mettent moins en avance, plus de la moitié ont un problème de concentration. Une explication possible serait que ces derniers cumulent beaucoup de choses à faire pour les révisions du DS pendant un très court délai (deux jours avant, la veille ou au dernier moment), ils développent alors des problèmes de concentration et ne réussissent pas à terminer tout le travail.

Nous avons cherché les détails de ce croisement selon le niveau des étudiants. Nous notons alors qu'aucun bon étudiant ne commence les révisions d'un DS au dernier moment ou la veille, et parmi les bons qui s'y mettent deux jours avant plus de la moitié s'en sortent sans problème de concentration. Tandis que parmi les faibles et moyens qui commencent les révisions d'un DS avec un délai court (deux jours avant, la veille ou au dernier moment), la majorité (65%) ont un problème de concentration. Ceci paraît cohérent avec notre hypothèse, les bons sont capables de mieux gérer leurs difficultés en dépit des contraintes de temps. Toutefois, il ne faut pas d'attribuer ces résultats entièrement à une relation de cause à effet, il faudrait envisager d'autres scénarios aussi.

Interprétations et conjectures

Afin de comprendre les différences entre les lycées et entre les classes, nous avons d'abord interrogé les quatre étudiants interviewées sur l'organisation de leurs révisions, ensuite les professeurs à propos des conseils collectifs qu'ils donnent aux étudiants concernant la répartition du travail à effectuer. Nous avons aussi cherché à faire réagir les professeurs quant aux réponses de leurs étudiants aux deux items du questionnaire afin de guider nos interprétations.

Ce que disent les étudiants sur le travail ordinaire

Nous rappelons que les étudiants que nous avons rencontrés sont des étudiants sérieux et travailleurs de la promotion 2012-2013 qui ont réussi à maintenir un niveau au moins moyen en cours de première année de prépa. Dans nos échanges avec ces étudiants, tous nous disent travailler les mathématiques surtout le weekend, étant trop fatigués pour travailler les soirs en cours de semaine en rentrant après leurs longues journées très chargées : « *je suis trop fatiguée le soir. Je ne fais plus rien* » (étudiante de B) ; « *par exemple, le jeudi c'est le jour long où on a 8 heures de cours, on finit on est vraiment, 9 heures si on a une colle le soir, et on ressort on est tellement fatigués comme pas possible on sait qu'on ne va pas pouvoir travailler vraiment bien les colles de maths pour le lendemain* » (étudiante de K). Un étudiant de K nous dit qu'il « *ne prend pas forcément le temps de bien relire le cours après chaque cours de maths [...] même si c'est très conseillé* », mais c'est surtout le dimanche qu'il revoit sa leçon, il « *passé 2-3 heures sur les leçons pour être vraiment bien dessus* ». Sa camarade de classe tient le même

discours : *« il y a plein de travail dans les autres matières, donc je profite vraiment plus du weekend pour revoir la leçon que la semaine »*. Toutefois, ils nous disent qu'il leur arrive exceptionnellement de travailler un après-midi ou un soir en début de semaine avant que la fatigue hebdomadaire ne les atteigne : *« c'est lundi et mardi soir, c'est les seuls jours de la semaine où je bosse vraiment [...] je finis mes colles le lundi et le mardi pour le mercredi »* (étudiante de B) ; *« je revois quand j'ai le temps, c'est peut-être le mercredi après-midi ou soir quand je travaille »* (étudiante de D).

Il semble donc que le rythme de travail ordinaire et l'emploi du temps hors-classe des étudiants soient structurés par le rythme des cours et les échéances pour toutes les matières y compris les mathématiques. Ainsi, ayant des colles toutes les deux semaines et des DM toutes les deux à quatre semaines (selon les professeurs), sans oublier les DS et interrogations, ils sont obligés de s'organiser à l'avance et de travailler au rythme de ces échéances. Nous pouvons alors comprendre pourquoi la modalité "par période" est la plus fréquente pour les révisions de cours et le travail habituel, surtout en voie S. Il s'agit sans doute d'un travail dont le rythme est imposé par les colles et les devoirs à rendre (bimensuels ou mensuels). Par ailleurs, une étudiante de B compare son rythme de travail à celui de la Terminale : *« l'année dernière, on travaillait seulement avant les contrôles. Alors que là on travaille toute les semaines, ça devient régulier, on a une petite organisation pour mieux retenir en fait ce qu'on a fait en cours »*. Ceci correspond à la baisse globale par rapport à la Terminale du taux d'étudiants qui disent travailler à l'approche des contrôles sur l'ensemble.

Ce que disent les étudiants sur les révisions d'un DS

Pour la préparation des DS (hors épreuves exceptionnelles de concours blancs), les étudiants s'y mettent à différents moments. Rappelons que les épreuves ont lieu les samedis au rythme moyen d'une par mois pour les étudiants de voie S alors qu'elles sont nettement moins fréquentes en voie T. Les étudiants nous expliquent que tout dépend en fait du travail qu'ils ont à faire pour les autres matières en même temps, de la préparation qu'ils ont déjà faite sur les thèmes ou chapitres inclus dans le DS et pour les colles antérieures et de leur assimilation des notions comprises dans le DS. Voici ce qu'ils nous disent : *« Ça dépend. Vu que je vais avoir... si je fais pour un DS normal [donc pas un concours blanc] peut-être la veille, je m'y prends au dernier moment. [...] Je n'ai pas vraiment le temps avant, je n'ai pas envie de me surcharger de travail »* (étudiante de B) ; *« ça dépend parce qu'on a tellement de colles et tellement de travail que ben en fait on fait ce qu'on peut dès qu'on peut »* (étudiante de D) ; *« moi je travaille un petit peu tous les soirs, la semaine d'avant, et le weekend d'avant, enfin le dimanche »* (étudiante de K) ; *« moi c'est à peu près la même chose, même si je profite plus du fait qu'on ait un vendredi après-midi assez libre quand même pour vraiment travailler dessus [...], vendredi la veille [du DS] pour vraiment finir peut-être les notions les plus dures, pour*

que ça reste plus facilement dans la tête. Mais sinon la semaine d'avant et surtout le dimanche j'ai travaillé, et même la semaine d'avant j'ai, on a une colle de maths sur deux, enfin une semaine sur deux, donc il y a de toute façon des notions qui vont rester, qu'on aura déjà travaillées » (étudiant de K). Nous n'observons donc pas de comportement régulier hormis le fait qu'il est très rare qu'un étudiant s'y prenne au dernier moment ou le jour du contrôle (uniquement en T sachant que les épreuves sont très espacées et ne recouvrent pas un programme lourd – détails chapitre XII), ce qui correspond aux taux observés pour cet item.

Ce que disent les professeurs sur l'organisation des révisions

Quant aux professeurs, ils ont chacun leur propre façon d'encourager les étudiants à s'organiser pour travailler et réviser. Par ailleurs, ils ont des réactions et interprétations plutôt convergentes concernant ce que les étudiants disent faire et ce qu'ils font réellement.

Pour K, en ce qui concerne le travail ordinaire, L.D. encourage les étudiants à apprendre le cours la veille pour le lendemain. Il le répète beaucoup en début d'année mais comme ils ne le font pas, il *« perd pied »*. Selon lui, idéalement, les étudiants devraient travailler chez eux une heure pour chaque heure de cours en classe, conseil qu'il répète souvent et que les étudiants semblent retenir d'ailleurs (ils en parlent lors de l'entretien) mais sans nécessairement être capables de le suivre. Alors, il les encourage surtout à profiter du weekend où ils sont moins fatigués pour s'y mettre et *« d'essayer d'instaurer une habitude de travail le weekend parce qu'il y en a beaucoup qui n'en n'ont pas »*. Il espère que les colles imposent un rythme de travail toutes les deux semaines, sachant que cela ne suffit pas : *« ils travaillent au mieux, déjà s'ils pouvaient travailler de manière hebdomadaire ce serait très bien »*. Toutefois, il pense qu'ils ne travaillent pas régulièrement dans les périodes habituelles *« mais c'est ce qu' [il] essaye de leur donner comme habitude »*. Par ailleurs, L.D. croit que les étudiants privilégient essentiellement le DS plutôt puisque c'est ce qui compte le plus pour eux, donc il ne ressent pas le besoin de les inciter à réviser : *« je ne les surenchéris pas. Eux ils travaillent pour le DS, donc je leur remets pas une couche en disant c'est le DS, vous allez bien travailler. Je préfère insister justement en période calme où il n'y a pas de DS où là j'essaye de mettre un peu plus de pression »*. Concernant la différence entre ses deux classes, L.D. aurait cru que les étudiants de la promotion 2012-2013 travailleraient plus régulièrement que leurs prédécesseurs habituellement et pour un DS *« pour le fait qu'ils suivent les conseils »*. Les taux cumulés des deux modalités "positives" pour les deux items indiquent que les étudiants de la promotion 2011-2012 sont plus nombreux à travailler assidûment et en avance. Toutefois, en regardant le détail, nous notons que les étudiants en 2012-2013 sont légèrement plus nombreux à travailler régulièrement d'une séance à l'autre et nettement

plus nombreux à commencer les révisions d'un DS au moins une semaine avant. Ceci confirme l'hypothèse de L.D. concernant cette classe.

Pour D, nous n'avons pas d'informations concernant F.M. (promotion 2011-2012), nous savons simplement qu'il conseille aux étudiants de travailler environ 10 heures par semaine pour revoir le cours et préparer les exercices qu'il leur donne. Quant à Z.H., il insiste sur l'importance d'un « *travail continu* » et dit aux étudiants qu'« *il ne devrait pas y avoir presque, à la limite, de travail supplémentaire pour un DS, pour une colle, [leur] travail c'est le soir même, je travaille les cours du jour même* ». Il incite donc les étudiants à travailler au quotidien, sans leur préciser un nombre d'heures de travail parce qu'il pense que « *ça varie énormément d'une personne à l'autre, la façon de lire un cours, c'est tellement personnel [qu'il ne voit] pas comment [il pourrait] donner un conseil valable pour une majorité d'entre eux* ». Il est néanmoins conscient que les étudiants ne sont pas nombreux à travailler régulièrement : « *Je pense qu'en général ils attendent le weekend ou alors ils attendent peut-être des soirées où ils ont moins à faire je ne sais pas [pour étudier le cours]. Je pense que leur semaine s'organise de façon assez aléatoire. Le fait est que nous ce qu'on leur donne est régulier, donc il y a une organisation de la semaine qui se fait d'elle-même quoi, parce qu'étant donné ce qu'on leur donne nous, il y a une forme de régularité, mais ils font comme ils peuvent, à mon avis c'est plutôt ça. Et puis, à force, ils se fatiguent et certains baissent le niveau parce qu'ils en ont marre* ». Pour expliquer les taux remarquables d'étudiants qui travaillent par période ou régulièrement d'une séance à l'autre et le faible taux de ceux qui travaillent juste à l'approche des contrôles, Z.H. fait référence au planning du professeur principal que nous avons déjà évoqué ci-avant qui aide les étudiants à s'organiser. Pour les DS, il rappelle régulièrement aux étudiants que s'ils font vraiment un travail régulier, en général ils peuvent se contenter de « *jeter un œil sur le cours encore mais c'est pas plus que ça c'est ce qu'[il] attend d'eux ; [...] bon ça n'interdit pas de réviser avant un DS bien sûr mais normalement c'est un roulement* ». Toutefois, il trouve qu'en pratique ce n'est pas ce qu'ils font parce qu'ils sont tellement débordés avec tout le travail demandé dans l'ensemble des matières : « *ils se disent j'ai un DS d'histoire, pendant une semaine je vais faire de l'histoire, la semaine prochaine j'ai maths, histoire ça passera après, je fais des maths pendant une semaine, ils fonctionnent comme ça* ». Cette hypothèse de répartition du travail permettrait d'expliquer le taux exceptionnel d'étudiants de cette classe qui entament les révisions d'un DS au moins une semaine en avance (56%).

Enfin pour B, H.C. nous explique que « *le travail qui est fait, pour l'essentiel des élèves, c'est en classe, on n'arrive pas à les faire bosser ailleurs* ». En fait, il trouve que les élèves n'ont pas beaucoup de temps pour travailler à la maison parce qu'ils ont un horaire chargé : « *ils terminent à 4h30 ou 5h30, doivent rentrer chez eux avec de longs trajets pour certains, manger, puis il faut compter quelques heures de sommeil* ». Selon lui, « les

colles sont faites pour les pousser à étudier le cours, pour qu'ils puissent l'appliquer, ça c'est toutes les deux semaines. [...] Les colles ça donne un certain volume de travail possible. Et souvent dedans je serre les choses, je dis ça ça fait partie du fondamental, ça c'est si vous voulez aller plus loin, bon ». Lorsque nous lui avons demandé s'il aide les étudiants à s'organiser temporellement pour les révisions et pour le travail, s'il leur donne des conseils ou s'il met en place des dispositifs pour l'organisation du travail, il nous a simplement répondu : *« je vois pas à quoi ça pourrait renvoyer ça ».* Quant aux réponses de ses étudiants, il n'est pas du tout convaincu par les taux des items. Si les taux de l'item concernant le travail ordinaire sont encore "plausibles", il trouve que ceux de l'item concernant les révisions d'un DS ne reflètent pas du tout la réalité, notamment pour la promotion 2012-2013 qui selon lui travaille encore moins que la promotion 2011-2012. Ainsi il nous dit : *« dans certains cas moi je dirai qu'ils vous répondent je dirai en langue de bois, je travaille ceci, je travaille cela. Moi j'ai l'impression, vu ce qu'ils font, qu'il y a un élève sur deux qui ne fait jamais rien quoi. [...] Mon sentiment ça serait celui-ci, je ne soupçonne pas, [...] ils ne font rien ».* Son discours renvoie aux résultats de Boyer et Coridian (2002) qui réagissent aux réponses des étudiants à leur enquête en disant qu' *« il ne suffit pas de se déclarer régulier pour travailler régulièrement : le souci d'une conformité aux normes qui paraissent avoir cours dans l'institution, avant de les mettre éventuellement en pratique, peut influencer sur les réponses des étudiants »* (p.8).

4. Synthèse

En fin de classe préparatoire, la majorité des étudiants travaille soit sans plan soit avec un plan approximatif. Cette pratique n'a pas beaucoup changé par rapport à la fin de la Terminale, mais nous avons noté des différences entre les lycées. Néanmoins, la tendance globale est que moins de personnes travaillent sans plan en comparaison avec la Terminale. De plus, parmi les étudiants peu nombreux qui font un plan détaillé, rares sont ceux qui le respectent. Par ailleurs, le fait de faire un plan détaillé, respecté ou non, est nettement plus répandu parmi les bons étudiants de voie T que les autres, alors qu'il n'y a pas de distinction selon le niveau des étudiants en voie S.

De manière générale, d'après ce que les étudiants disent, ils apparaissent plus "sérieux" en comparaison avec la Terminale quant à l'organisation des révisions ordinaires (assiduité) et pour les DS (anticipation), surtout ceux de voie S qui semblent évoluer de façon significative. Une étudiante de K nous explique ce changement de comportement : *« on a rarement le temps de tout réviser avant un DS, étant donné que la quantité de cours et d'exos est beaucoup plus importante qu'au lycée. Voilà pourquoi en prépa, on ne peut pas réviser un DS du jour au lendemain..... Donc c'est nécessaire de s'y prendre avant, et régulièrement ».* Une analyse plus détaillée des résultats des items révèle cependant des différences entre les lycées et les promotions.

Pour les révisions de cours et le travail ordinaire en fin d'année préparatoire, les étudiants de voie S travaillent plus assidûment que ceux de voie T. En effet, dans les deux lycées de voie S, les étudiants qui travaillent à l'approche des contrôles ne sont pas nombreux, nettement moins qu'en Terminale, la majorité se met à travailler par période et une proportion non négligeable travaille régulièrement d'une séance à l'autre. A contrario, les étudiants de voie T sont nombreux à travailler à l'approche des contrôles alors même que ceux-ci sont plus rares qu'en S, comme en terminale. De plus, ceux qui révisent leur cours et travaillent par période ou régulièrement d'une séance à l'autre sont moins nombreux qu'en voie S. En voie S, nous relevons une homogénéisation entre les deux lycées qui révélerait un effet institutionnel. En effet, l'organisation du travail ordinaire semble être déterminée par l'emploi de temps et les échéances imposés par l'institution, qui constituent des repères pour les étudiants comme le décrit Darmon (2013) ou des contraintes scolaires quasi ritualisées selon Daverne et Dutercq (2013), le temps devient donc collectif et unificateur. Ainsi, la pression et le rythme des devoirs et des colles se traduit clairement en voie S par un travail plus assidu et plus constant qu'en Terminale, ce qui ne semble pas être le cas en voie T où les exigences ne sont pas les mêmes.

Pour les révisions d'un DS, malgré les différences entre les lycées, nous observons que la grande majorité des étudiants des trois lycées s'y mettent en avance. Dans le détail, pour les S, les étudiants de D sont nettement plus nombreux à commencer en avance les révisions d'un DS que ceux de K, déjà depuis la Terminale, les différences étant négligeables entre les deux promotions. En effet, les étudiants de D sont très nombreux à s'y mettre au moins une semaine avant, alors que ceux de K s'y mettent en majorité deux jours avant. Pour les T, les étudiants de B de la promotion 2011-2012 sont plus nombreux à entamer les révisions d'un DS plus en avance que ceux de la seconde promotion (2012-2013).

En croisant ces deux items, nous trouvons que la plus grande proportion est celle des étudiants qui travaillent d'habitude par période et commencent les révisions d'un DS deux jours en avance, tandis que les plus petites proportions sont celles des étudiants "extrêmes" : très studieux ou pas du tout sérieux. Une analyse des dépendances de chacun de ces deux items avec les problèmes en général montre que le report de travail, l'incapacité à se mettre au travail lorsqu'il le faut et la difficulté à se concentrer pour travailler et le rester jusqu'au bout sont des problèmes majoritaires parmi les étudiants qui manquent d'assiduité pour le travail ordinaire et/ou d'anticipation pour les révisions d'un DS. Ainsi, plus les étudiants travaillent assidûment et/ou entament en avance les révisions d'un DS, moins ils semblent rencontrer ces difficultés

Quoiqu'il en soit, malgré les différences observées, nous postulons qu'il existe une certaine complémentarité entre le travail ordinaire et les révisions d'un DS en termes de répartition des tâches par les étudiants. Cette complémentarité est le résultat de plusieurs

facteurs notamment l'imposition d'une organisation "naturelle" de l'emploi du temps des étudiants par les épreuves et échéances des diverses matières, la fatigue des étudiants en semaine et le fait de privilégier certains moments pour travailler, ainsi que les problèmes de gestion et d'organisation auxquels ils font face. La dépendance du croisement entre les deux items ainsi que des croisements avec les items concernant les problèmes confirment notre hypothèse. De même, les propos des étudiants et des professeurs la corroborent. Ainsi, nous postulons que pour une proportion non négligeable d'étudiants, ceux qui travaillent plus assidûment d'habitude n'anticipent pas les révisions d'un DS trop à l'avance et vice-versa.

Par ailleurs, lors de l'entretien, une étudiante de K évoque un phénomène intéressant concernant les étudiants faibles. Elle dit : *« ceux qui ont des difficultés sont ceux qui travaillent le plus, ils travaillent énormément, donc ça doit être des lacunes d'avant ou je ne sais pas. Mais ils ont quand même eu des notes correctes au bac, donc je pense qu'ils ne travaillent pas forcément bien »*. Nous explorons la façon dont les étudiants travaillent habituellement puis pour la préparation d'un DS dans la suite (cf. chapitres X-XII).

CHAPITRE X : LE TRAVAIL ENTRE DEUX COURS

Nous nous intéressons ici au travail effectué par les étudiants entre deux cours de mathématiques, soit ce que nous avons appelé "travail ordinaire" ou "travail habituel" selon le cas dans le chapitre précédent. Il s'agit du travail des étudiants portant sur le cours d'une part et sur les exercices d'autre part, entre deux séances de mathématiques, hors préparation d'interrogations, de DS ou de colles.

Avant d'analyser les réponses des étudiants, nous décrivons les dispositifs individualisés mis en place par chaque professeur pendant ses séances de cours (y compris de TD) afin de pousser les étudiants à effectuer le "travail ordinaire" exigé et de contrôler ce qui a été fait. Nous nous appuyons sur les informations obtenues grâce aux entretiens et questionnaires des professeurs. Rappelons qu'à ces dispositifs individualisés de contrôle s'ajoutent les DM, les colles, les DS et les brèves interrogations de cours qui nécessitent de la part des étudiants une maîtrise du cours et un travail autour des exercices selon des échéances définies.

1. Les dispositifs individualisés

Les dispositifs individualisés chez H.C.

H.C. est convaincu que les étudiants en général ne travaillent pas chez eux entre deux cours. Comme nous l'avons déjà dit, il trouve qu'ils n'ont ni le temps suffisant ni la motivation pour travailler chez eux et qu'ils ont beaucoup de difficultés en mathématiques, hormis les marocains. De plus, il n'aime pas faire travailler les étudiants dans la peur de la sanction : *« je n'aime pas trop brandir la menace pour le travail. Idéalement dans ma vision de prof on bosse parce qu'on a envie de bosser, c'est pas parce qu'on a peur de prendre des coups. [...] Ce que j'aime faire quand j'y arrive, c'est leur faire travailler un truc parce qu'ils y trouvent de l'intérêt. J'y arrive de temps en temps mais je dois vous dire que c'est minoritaire, c'est pas donné »*. Alors il est assez tolérant et ne vérifie pas vraiment si les étudiants font le travail demandé. Néanmoins, il a occasionnellement recours à des interrogations orales informelles annoncées afin de rappeler aux étudiants qu'ils doivent apprendre le cours : *« j'essaye, ça fait un petit peu de pression pour qu'ils apprennent leurs cours. [...] J'ai le côté légèrement hypocrite dans lequel je me dis il y a quelques uns qui vont peut-être réviser pour ça. C'est l'idée de les faire un peu, de les pousser un peu à travailler. [...] C'est spectaculaire de voir à quel point les élèves n'apprennent pas les cours »*.

Quant aux exercices que les étudiants doivent préparer chez eux, H.C. n'a pas recours au passage au tableau et ne contrôle pas formellement si les étudiants les font ou pas. Par contre, lorsque les étudiants font des exercices en classe (sachant qu'ils n'ont pas de séances de TD), il circule entre eux afin de voir ce qu'ils font, de repérer les difficultés et

de les aider à avancer. Selon lui, l'essentiel du travail est fait en classe et il faut donc profiter des séances pour les faire travailler et les aider à apprendre le cours: *«ils ne travaillent presque pas chez eux, seuls les plus motivés travaillent un peu chez eux. [...] Et vous n'arriverez pas à les faire travailler. [...] Ce qu'on pourrait espérer, c'est qu'ils soient moins agités et plus attentifs en classe. [...] Ce qui fait que maintenant, j'en ai pris mon parti, je fais des exercices par ci par là, maintenant absolument à toute occasion je rappelle la formule que j'utilise qui devrait être connue ».*

Les dispositifs individualisés chez F.M.

Lors des TD, F.M. fait passer les étudiants au tableau pour la correction des exercices qu'ils devaient préparer chez eux mais uniquement sur la base du volontariat. De plus, il passe entre les étudiants afin de voir comment ils travaillent les exercices prévus pendant la séance.

Les dispositifs individualisés chez Z.H.

Z.H. insiste sur la nécessité d'apprendre le cours régulièrement et le répète aux étudiants toute l'année jusqu'à la fin de l'année : *« c'est quelque chose que je répète tout le temps parce que c'est le fondement de tout, s'ils ne [connaissent] pas leur cours, on ne peut rien faire ».* Pour lui, ce travail se fait dans la classe autant que chez les étudiants. D'ailleurs, le fait de maîtriser le cours est tellement essentiel pour lui qu'il explique concrètement aux étudiants et à plusieurs reprises comment ils doivent étudier leur cours, il nous en parle longuement lors de l'entretien : *« je leur dis là vous devez être capable de faire ceci cela, lire un truc, c'est pas juste le lire avec la radio à côté. Donc je précise les modalités, ce que c'est la lecture de cours, les questions qu'ils doivent se poser, je leur dis concrètement, je leur répète plusieurs fois, par exemple tel théorème, tel exemple, vous le lisez c'est une chose, vous refermez, vous essayez de le faire, la première fois vous y arriverez pas c'est normal. Par écrit vous essayez de refaire. [...] C'est pas juste une histoire de retenir les formules et les théorèmes. Voilà disons, ça implique pour être capable de restituer d'avoir compris, c'est pour ça je leur dis vous y arriverez pas c'est normal, vous recommencez, vous rouvrez, vous dites ah oui qu'est-ce qui a manqué, qu'est-ce qui fait que je n'ai pas réussi, ah mais c'est ça, j'essaye de les provoquer pour montrer qu'il faut une réflexion sur la façon dont ils appréhendent le cours. [...] Voilà fermer, essayer de refaire, se rendre compte qu'on y arrive pas, je leur dis c'est normal, et recommencer, réussir une deuxième fois ou peut-être ne pas y arriver encore en entier, c'est normal, recommencer, je leur dis ça prend du temps, ça sera très long au début, c'est là qu'il faut fournir l'effort et réessayer, vous verrez ça finira par venir, c'est une gymnastique si vous l'entretenez pas, ça viendra pas. [...] C'est par ce genre de discours que je tente de les mobiliser la plupart du temps. Le message le plus important à faire passer, c'est que s'ils s'y mettent, ils peuvent y arriver. ».* À travers ce discours méta, nous pouvons voir que Z.H. insiste longuement sur la nécessité de ne pas se contenter d'une simple lecture du cours, mais d'apprendre le cours en y réfléchissant, en se posant

les bonnes questions pour comprendre puis retenir. Il souligne l'importance de multiplier les essais jusqu'à la maîtrise, la validation de l'assimilation se faisant à partir d'une restitution par écrit.

Par conséquent, en classe, il cherche à contrôler que les étudiants ont étudié le cours à travers des interrogations orales informelles qu'il utilise régulièrement et auxquelles il accorde beaucoup d'importance. Il nous dit *« outre les questions adressées globalement à la classe pour savoir si tout le monde suit, je fais passer des élèves au tableau pour des questions de cours (sanctionnées : la partie de cours en question est à recopier si elle n'est pas sue). Le rythme dépend du chapitre : les différents chapitres se prêtent plus ou moins à ce type d'interrogation rapide et ciblée. Quand je juge cela utile, je peux faire passer jusqu'à une quinzaine d'élèves en une semaine. »*. De plus, il tient à attirer l'attention des étudiants sur les passages-clefs du cours *« qui méritent d'être bien compris une fois pour toute »* en leur répétant lorsqu'il le faut : *« écoutez, comprenez bien maintenant ce que j'explique, et dans six mois vous saurez encore le faire. Si vous n'écoutez pas, et que vous vous contentez de l'apprendre par cœur (et encore) ce soir, dans deux semaines, vous aurez oublié »*. Toutefois, malgré toute son insistance, il trouve que les étudiants ne suivent pas ses conseils : *« donc j'insiste énormément, et effectivement je constate que j'ai beau insister, même leur dire dans le détail comment on fait, comment ils peuvent tester voir s'ils ont compris ou pas. [...] C'est là où tout se joue, il y a un vrai passage difficile, et il y en a beaucoup qui le font mollement et puis qui à la fin ne le font plus quoi, j'ai beau le répéter, ils ne le font pas »*.

Par ailleurs, il insiste moins sur les exercices que sur le cours d'abord par manque de temps et ensuite parce qu'il est conscient que les étudiants ne préparent pas les exercices : *« enfin je contrôle, je me rends compte qu'ils ne le font pas [...] concrètement, pendant le TD »*. Il attribue cela principalement au niveau des étudiants et à leur manque de persévérance : *« certains essayent je pense mais ils essayent les premières semaines, puis ils disent j'y arrive pas j'y arrive pas, j'y arrive pas puis ils finissent par en avoir marre »* ; *« il y a un problème de niveau, ils sont assez vite lassés même sur des choses simples, donc je fais face au niveau de la classe, c'est que je ne peux pas... même un exercice type ils vont avoir un mal fou à l'appréhender, et même ceux qui ont essayé de chercher tout seuls sont venus à la conclusion tout de suite, erronée, mais qu'ils n'y arrivaient pas, et même des bons parfois, il faut que je les pousse, attendez là vous en êtes capables, ne pas chercher, c'est pas bien »*. Ainsi, il ne donne pas vraiment des exercices à préparer (hors fiche TD proposée) parce qu'il sait que les étudiants ne le feront pas. Néanmoins, il refuse de baisser ses exigences malgré l'attitude des étudiants et contourne ce problème grâce au cours dans lequel il insère beaucoup d'exemples : *« alors je ne compense pas ça en baissant le niveau des exercices et en admettant moins, parce qu'il faut quand même qu'on avance, tu atteins un stade où je ne peux pas baisser le*

niveau plus que ça parce que je n'ai pas le temps de tourner en rond tant que ça. [...] Il y a une marge et là c'est à eux de fournir l'effort. Alors c'est pour ça que je compense par contre en mettant dans le cours beaucoup d'exemples, qui sont des exemples types. ». Ainsi, pour les exercices de TD, il ne cherche pas vraiment à vérifier si les étudiants les ont préparés à la maison et n'a donc pas recours au passage au tableau pour la correction des exercices. Toutefois, il sollicite quelques étudiants pour participer à la correction : *« donc je vais les chercher, les bons je peux me permettre de les embêter un petit peu, ils s'y mettent quelques fois ».* De plus, pendant les TD et dès que l'occasion se présente en cours, il essaye de voir ce que les étudiants font en travaillant les exercices en classe afin de les aider : *« ceux qui sont plus faibles, ils sont tellement désespérés que s'ils ne sont pas avec moi sur le dos, je leur traduis l'énoncé, je leur traduis la conclusion et j'essaye de les aider à faire le lien entre les deux. Là quand ils font l'effort, ils y arrivent, mais sans aide à chaque seconde, à chaque pas, ils n'y arrivent pas, de là à chercher les exercices tout seuls chez eux ! ».*

En 2013-2014 (promotion non-concernée par notre étude), Z.H. a changé de stratégie afin de pousser les étudiants à travailler les exercices de DM ou de TD qu'ils sont censés préparer : *« ce que j'ai fait cette année, c'est que je mettais souvent dans le DS qui suivait un morceau du DM ou un morceau du TD. [...] C'était surtout parce que les DM, ils les travaillent pas, ils se contentent de les recopier sur le voisin. Donc pour les forcer à travailler un petit peu j'ai fait ça. Donc du coup il y a eu une espèce de reprise ».* Selon lui, cette technique semble avoir fonctionné. Nous pouvons voir que ce professeur débutant en phase d'adaptation (cf. Rauscher, 2010) cherche à améliorer ses dispositifs pour les adapter aux besoins des étudiants; c'est la pression institutionnelle sur un professeur engagé pour la réussite de ses étudiants.

Les dispositifs individualisés chez L.D.

L.D. accorde une grande importance au cours : *« sur un cours vraiment tout nouveau tout récent comme d'algèbre par exemple où il y a plein de notions, c'est tellement dense que je ne vois pas comment on pourrait faire autrement ».* Il encourage ses étudiants à apprendre leur cours quotidiennement, en travaillent autant d'heures de cours que d'heures en présence, mais il est *« conscient que c'est pas tout à fait ce qu'il font, même pas du tout ».* Comme Z.H., il explique aux étudiants comment ils doivent étudier leur cours : *« la méthode que je leur conseille pour apprendre leur cours, c'est de fermer leur cours et, enfin comment dire, de se mettre au clair dans leur tête sur tous ces points-là [notions importantes du cours]. Donc ils devraient réciter dans leur tête ou sur papier tout ce qu'ils savent sur ce thème-là. ».* Nous constatons une forte convergence avec la méthode conseillée par Z.H. pour apprendre le cours. Par ailleurs, L.D. a recours à des interrogations orales informelles en cours *« à chaque fois qu'[il] fait appel à une notion ancienne, ce qui peut arriver plusieurs fois par cours ».* Toutefois, il sait que cela n'est pas suffisant pour pousser les étudiants à apprendre leur cours et il aurait voulu pouvoir le

vérifier plus rigoureusement : *« j'arrive pas à prendre le rythme parce que ça voudrait dire que s'il faut le vérifier, il faudrait réserver 5-10 minutes en début de séance à chaque fois, et j'ai jamais réussi, enfin je l'ai jamais fait »*. Ainsi, il essaye de compenser à travers les brèves interrogations écrites de cours qui sont nettement plus fréquentes chez lui qu'ailleurs, sachant qu'il ne réussit pas non plus à tenir le rythme hebdomadaire qu'il vise sauf en début d'année.

Par ailleurs, il consacre plus de temps que les autres professeurs à vérifier que les exercices qu'il donne à préparer à la maison sont faits. Il a recours au passage au tableau pour la correction des exercices *« une fois par semaine, de manière systématique (toujours le même jour), grosso modo dans l'ordre alphabétique, mais en essayant d'envoyer tout de même un élève de niveau en rapport avec la question et un élève différent par question. Ce qui fait environ 3 à 6 élèves par semaine. [...] Et alors quand c'est des petits exercices, par exemple, en fait c'est souvent des calculs ces exercices-là, donc si c'est des intégrales il y en a 6 à calculer, ils vont au tableau 3 par 3, chacun fait un et hop ça roule »*. Ces passages ne sont jamais notés, par contre il dit leur accorder beaucoup d'importance. De plus, il avait pris l'habitude en 2011-2012 de ramasser chaque semaine pour toute la classe un exercice que les étudiants devaient préparer sur une feuille séparée. Il le faisait régulièrement en début d'année puis de façon moins systématique en cours d'année pour obliger les étudiants à être toujours prêts : *« ça c'est une manière de les flicker [...] c'était pour leur donner un peu de pression »*. En 2012-2013, comme il avait l'impression que les étudiants suivaient ses conseils pour le travail il le faisait moins : *« quand j'ai l'impression que ça suit et qu'ils cherchent les exercices [je ramasse moins souvent] »*. Enfin, pendant les TD, il passe d'un élève à l'autre et regarde où il/elle en est et discute de l'exercice en question avant d'entamer les corrections.

2. Le cours

Nous nous intéressons d'abord à ce que les étudiants font entre deux séances de mathématiques avec le cours préalablement vu en classe. Nous considérons les trois principales actions de base de l'apprentissage d'un cours théorique de mathématiques hors résolution d'exercices : lire, comprendre, apprendre.

Il s'agit des items suivants (de la catégorie "Entre deux cours") :

- Je lis ce qu'on a fait en classe en entier ;
- J'apprends le cours (définitions, théorèmes, formules, démonstrations) ;
- Je reviens sur les points que je n'ai pas bien compris en classe.

Je lis ce qu'on a fait en classe en entier

Globalement

En fin de classe préparatoire, les étudiants qui relisent souvent ou toujours ce qui a été fait en classe en entier sont peu nombreux (taux moyen autour de 28%), sachant que le taux varie d'une classe à l'autre.

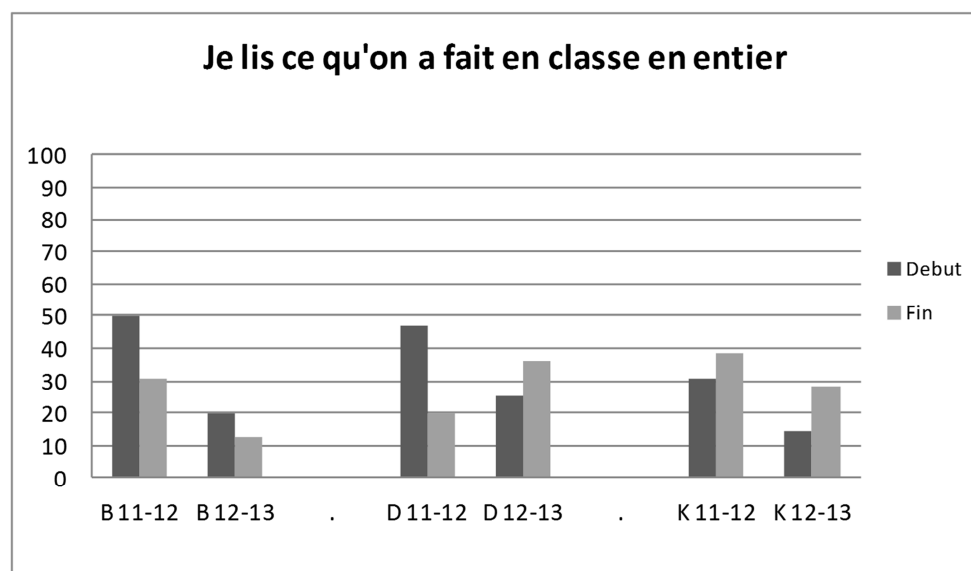


Diagramme en barres 26 : Je lis ce qu'on a fait en classe en entier

Les taux de départ (fin de Terminale) sont déjà très différents d'une classe à l'autre et les évolutions varient aussi. En fin d'année, les taux vont de 11% au minimum (pour B en 2012-2013, taux faible exceptionnel) à 39% au maximum (pour K en 2011-2012), sans aucune homogénéisation par voie ou par lycée. Nous notons une seule baisse statistiquement significative à D en 2011-2012 (test de McNemar, p valeur=0,004).

De plus, le taux moyen est plus fort en voie S (31%) qu'en voie T (20%), mais sans dépendance statistique.

Nous notons par ailleurs une dépendance de cet item avec le niveau des étudiants (test du Khi-deux, p valeur=0,016).

	Répartition selon le niveau (pour l'ensemble)		
	b 25%	m 39%	f 20%
Relire ce qui a été fait en classe (souvent ou toujours)			

Tableau de dépendance 51: Relire ce qui a été fait en classe

Il semble que cette pratique soit plus répandue parmi les étudiants moyens (39%) que les autres, sans tout de même être très fréquente.

J'apprends le cours (définitions, théorèmes, formules, démonstrations)

Globalement

Environ 40% des étudiants en moyenne apprennent leur cours souvent ou toujours entre deux cours de mathématiques.

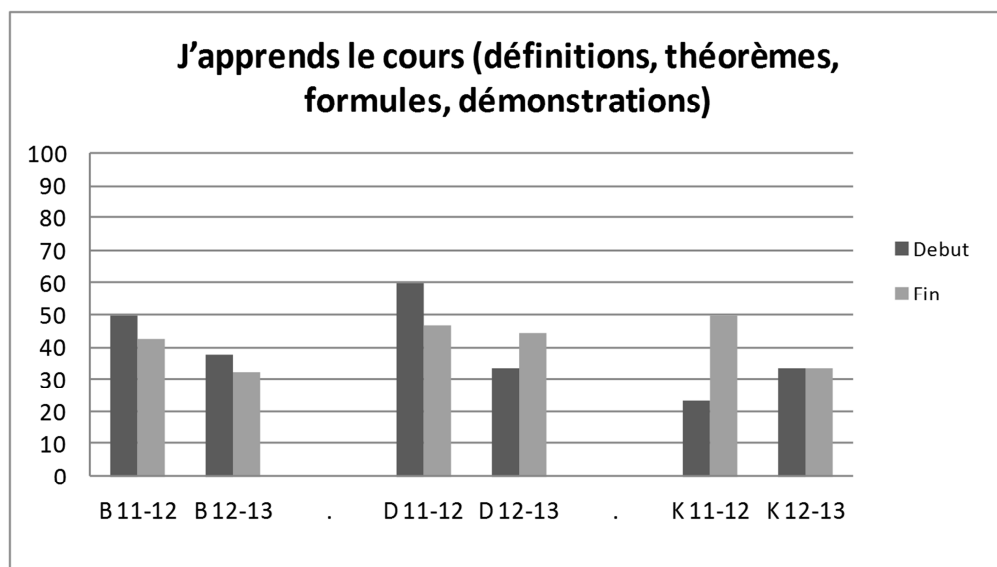


Diagramme en barres 27 : J'apprends le cours (définitions, théorèmes, formules, démonstrations)

Nous notons des différences entre les classes pour les taux de départ ainsi que pour le sens des évolutions. Le taux en fin d'année préparatoire varie entre 32% au minimum pour B en 2012-2013 et 50% au maximum pour K en 2011-2012 (la seule évolution significative à signaler, test de McNemar, p-valeur=0,02).

Il n'y a pas de dépendance pour cet item avec la voie, mais nous pouvons voir que cette pratique est légèrement plus répandue parmi les étudiants de voie S que ceux de voie T en moyenne.

Enfin, il n'y a pas de lien entre le niveau des étudiants et le fait d'apprendre le cours.

Je reviens sur les points que je n'ai pas bien compris en classe

Globalement

Sur l'ensemble, près de la moitié des étudiants reviennent souvent ou toujours sur les points qu'ils ont mal compris en classe.

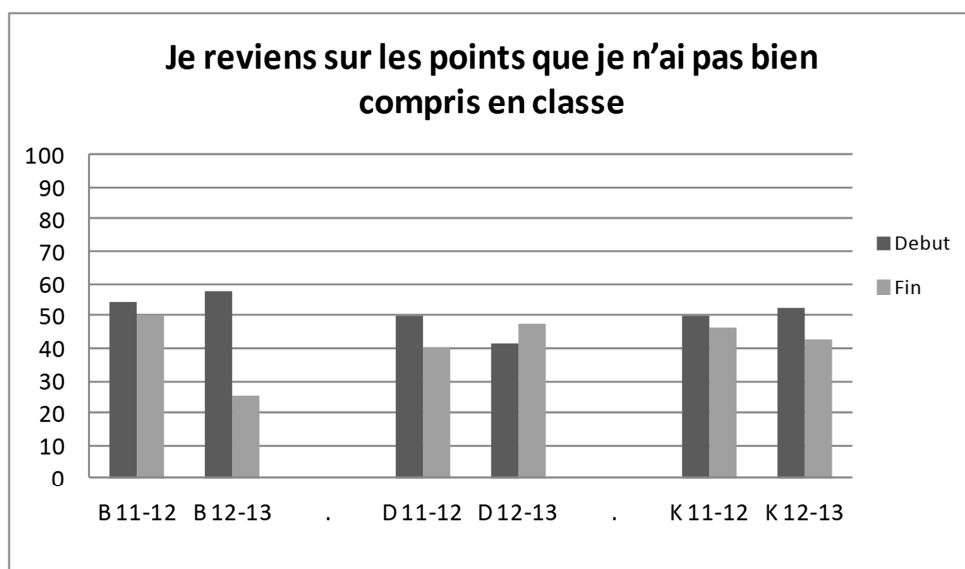


Diagramme en barres 28 : Je reviens sur les points que je n'ai pas bien compris en classe

En fin d'année préparatoire, le taux d'étudiants qui reviennent sur les points qu'ils ont mal compris en classe varie entre 40% et 50% sur l'ensemble. Nous notons de légères différences par rapport à la terminale.

Toutefois, nous signalons le cas particulier de B en 2012-2013, classe dont le taux de départ était légèrement supérieur aux autres classes mais subit une baisse statistiquement significative de 33% (test de McNemar, $p\text{valeur}=0,018$). Cette baisse se traduit par une baisse significative pour l'ensemble (test de McNemar, $p\text{valeur}=0,048$) sachant que les évolutions des autres classes ne sont pas significatives.

Par ailleurs, il y a une dépendance entre cet item et le niveau des étudiants en fin d'année préparatoire pour l'ensemble (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,001$).

	Répartition selon le niveau (pour l'ensemble)		
	b 71%	m 44%	f 31%
Revenir sur les points mal compris (souvent ou toujours)			

Tableau de dépendance 52 : Revenir sur les points mal compris

Le fait de revenir sur les points mal compris en classe semble être une pratique majoritaire parmi les bons étudiants (71%) et nettement moins présente parmi les autres.

Nous observons aussi deux dépendances avec cet item en voie T : d'une part avec le lycée d'origine des étudiants (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,001$) et d'autre part avec le niveau* des étudiants (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,001$)

	Répartition selon le lycée d'origine (pour les T)		Répartition selon le niveau* (pour les T)		
Revenir sur les points mal compris (souvent ou toujours)	Maroc 62%	France 22%	b 77%	m 36%	f 21%

Tableau de dépendance 53 : Revenir sur les points mal compris

Ainsi, pour les étudiants de voie T, les marocains sont nettement plus nombreux à souvent ou toujours revenir sur les points mal compris en classe (62%) que les non-marocains (22%). Ceci coïncide avec les bons étudiants (77%) qui s'opposent aux faibles et moyens sur ce point.

En voie S, les différences entre les étudiants de différents niveaux sont moins marquées qu'en voie T. En effet, il n'y a pas de dépendance selon le niveau pour cet item. Néanmoins, cette pratique est aussi plus répandue parmi les bons (63%) que les moyens (46%) et faibles (39%).

Lien avec l'item sur l'indication des points incompris

En fin d'année de prépa, le fait de revenir sur les points mal compris en classe entre deux cours est lié au fait d'indiquer les points incompris lors de la prise de notes du cours du professeur en classe (test du Khi-deux, p-valeur=0). Rappelons que cette dernière pratique est moyennement répandue, le taux moyen des étudiants qui le font souvent ou toujours étant proche de 40%.

		Revenir sur les points mal compris (entre deux cours)		Total
		jamais ou parfois	souvent ou toujours	
Indiquer les points incompris (lors de la prise de notes)	jamais ou parfois	78	34	112
	souvent ou toujours	28	39	67
Total		106	73	179

Tableau de dépendance 54 : Croisement des items Je reviens sur les points que je n'ai pas bien compris en classe et J'indique les points que je n'ai pas compris

La plus grande proportion (44% de l'ensemble) est celle des étudiants qui ne font jamais ou uniquement parfois les deux. Parmi ces étudiants, 62% sont des étudiants faibles. En outre, 46% des bons étudiants indiquent les points qu'ils n'ont pas compris en classe et reviennent dessus entre deux cours souvent ou toujours, tandis qu'uniquement 16% des étudiants faibles le font. Ceci semble être cohérent avec les dépendances des deux items

selon le niveau, notamment pour la voie T où ces deux pratiques sont nettement plus répandues parmi les bons étudiants marocains. En effet, nous avons déjà établi l'existence d'un lien entre le niveau des étudiants et le fait d'être capable de se rendre compte qu'ils n'ont pas compris certains points lors de la prise de notes. Nous conjecturons qu'il en est de même lorsque les étudiants travaillent leurs cours chez eux, ce qui pourrait expliquer les taux en fonction du niveau des étudiants.

De plus, ce croisement suggère qu'une partie des étudiants identifient les points incompris a posteriori (entre deux cours, chez eux) plutôt que lors de la prise de note en classe. En effet, parmi les étudiants qui reviennent souvent ou toujours sur les points qu'ils ont mal compris entre deux cours, un peu moins de la moitié (47%) n'indiquent pas les points incompris pendant le cours. Or, il faut d'abord identifier et signaler les points incompris pour pouvoir revenir dessus. Nous observons que, pour toutes les classes (sauf l'exception à B en 2012-2013), le taux d'étudiants qui indiquent les points incompris en prenant notes du cours du professeur en classe est systématiquement inférieur au taux d'étudiants qui reviennent sur les points mal compris entre deux cours. C'est donc grâce à l'étude a posteriori, après le cours, que les incompréhensions peuvent être repérées et signalées par les étudiants.

Liens entre les trois items concernant le cours

En croisant les trois items concernant l'étude du cours deux à deux, nous trouvons des dépendances partout (tests du Khi-deux, pvaleurs=0). Nous n'explorons pas les détails de ces croisements. Cependant, nous pouvons signaler que la part d'étudiants qui répondent jamais ou parfois aux deux items respectifs de chacun des trois croisements est très importante : il s'agit en moyenne de 50% des étudiants sur l'ensemble. De plus, 43% des étudiants sur l'ensemble répondent jamais ou parfois aux trois items simultanément, dont 66% sont des étudiants faibles. Nous pouvons donc observer que le travail ordinaire autour du cours est moyennement répandu en général, et encore moins parmi les étudiants faibles que les autres.

Interprétations et conjectures

Pour le travail ordinaire concernant le cours, les étudiants sont peu nombreux à relire souvent ou toujours tout ce qui a été fait en classe, mais ils sont plus nombreux à apprendre leurs cours et à revenir sur les points mal compris en classe (près de la moitié le font souvent ou toujours pour les deux items).

Lire le cours

Nous signalons l'éventuelle ambiguïté de l'item concernant la lecture de ce qui a été fait en classe en rapport avec la locution "en entier". En effet, il est possible de supposer que les étudiants relisent ce qu'ils ont vu en classe mais pas nécessairement en entier, ce qui

expliquerait les faibles taux de réponses observés. De plus, nous attribuons ces taux en partie au fait que les étudiants sont surchargés de travail dans l'ensemble des autres matières, et n'ont donc pas le temps de revenir sur tout ce qui a été vu en classe d'une séance à l'autre. Les étudiants et professeurs confirment cette hypothèse lors des entretiens et échanges : « *je ne prends pas forcément le temps de bien relire le cours après chaque cours de maths* » (étudiante de K). Au quotidien, les étudiants privilégient sans doute les tâches liées aux échéances (colles, devoirs, interrogations) des diverses matières et ne s'engagent dans une étude approfondie complète du cours de mathématiques que s'ils en ont vraiment besoin pour un DS ou un concours blanc : « *je relis [le cours] en révisant pour un DS ou une colle [...] pendant les DM je relis pour les démonstrations pas tout* » (étudiante de D) ; « *[retravailler] quelques unes, juste quelques unes [les matières], parce que je ne peux pas tout faire* » (étudiante de B). Ceci converge avec les observations de Castela (2007a, 2007c, 2009) pour les lycéens de Première Scientifique.

Apprendre le cours

Le fait d'apprendre le cours est une pratique moyennement répandue, légèrement plus parmi les étudiants de voie S que ceux de voie T (mais sans dépendance statistique). D'ailleurs, nous avons déjà signalé que les étudiants de voie S semblent être plus assidus que ceux de voie T pour le travail ordinaire, ils sont en effet plus nombreux à travailler par période et régulièrement d'une séance à l'autre. Nous postulons que cela est en rapport avec les échéances et les exigences de cette voie, notamment les colles : « *il y a les colles, on est obligés forcément d'apprendre le cours* » (étudiant de K). En voie S, ces épreuves portent surtout sur des démonstrations, exigeant donc une connaissance solide du cours, alors qu'à B, il s'agit plutôt d'une épreuve particulière orientée vers la résolution d'exercices (détails concernant ce dispositif dans le chapitre XIII) qui nécessitent toutefois une connaissance du cours. Néanmoins, il faut noter que, sur l'ensemble, le taux d'étudiants qui apprennent le cours souvent ou toujours ne dépasse pas 50%. Nous pouvons penser que pour de nombreux étudiants le cours s'apprend lorsqu'ils trouvent un moment libre, par exemple le weekend comme nous l'ont dit les étudiants lors des entretiens, ou encore pour les révisions d'un DS plutôt qu'entre deux cours, conjecture que nous vérifierons ultérieurement.

En ce qui concerne les professeurs, H.C. n'est pas convaincu des taux de réponses de ses étudiants. Il insiste sur le fait qu'en grande majorité, ils n'étudient pas leur cours : « *idéalement si on pouvait leur dire travaillez-le [le cours] chez vous ça irait, mais ça il y a un sur quatre qui va le faire* ». Selon lui, ils n'apprennent même pas les formules basiques nécessaires pour les exercices d'applications simples : « *donc je dérive $\log u$, j'écris la formule dérivée de $\log u = u'/u$ je l'écris quoi, alors que je l'ai peut-être dit six fois avant, voilà je l'écris quand même une septième fois parce qu'ils le sauront toujours* ».

pas ». De plus, il trouve que les taux de réponses ne correspondent pas aux pratiques réelles des étudiants : *« Je me demande si ça c'est vrai. [...] j'y crois pas, j'y crois pas [...] je pense qu'il y a une partie du pourcentage qui est histoire de vous faire plaisir, ou alors la peur d'assumer eux »*. Par ailleurs, Z.H. n'est pas surpris du taux d'étudiants qui n'apprennent pas régulièrement le cours (jamais ou parfois) qui se rapprochent de 55% : *« oui, oui je sais, c'est clair, je le ressens bien »*. En fait, il est conscient que ses étudiants n'étudient pas leurs cours au quotidien malgré son insistance sur la nécessité d'un travail continu qui faciliterait la tâche pour les colles et DS : *« [le] travail, c'est le soir même, je travaille les cours du jour même »*. Enfin L.D. trouve que les taux correspondent aux pratiques de ses étudiants, malgré ses conseils récurrents d'apprendre le cours la veille pour le lendemain et de travailler chez eux une heure pour chaque heure de cours en classe. Il se rend compte que les étudiants ne maîtrisent pas assez leur cours et les colleurs le signalent aussi : *« oui, ils ont dit que ça n'allait pas du tout au niveau des questions de cours et des choses comme ça »*. Selon lui, ceci constitue un vrai obstacle pour les concours : *« c'est ça qui fait qu'ils ne peuvent pas réussir à des parisiennes, à des choses comme ça. Parce que dès que ça va devenir un petit peu abstrait, ils vont plus y arriver. Si dès la première ligne, on leur présente une nouvelle définition, une nouvelle propriété qu'il va falloir l'appliquer pendant quatre heures, et ils ne seront pas entraînés à ça »*. De plus, il explique que le fait que les étudiants n'étudient pas leurs cours régulièrement *« n'est pas propre aux maths, ça a été signalé dans les autres matières aussi »*. Ainsi, les taux de cet item mettent en avant une relative inefficacité des dispositifs d'incitation à l'étude du cours décrits ci-avant, surtout en voie S. Les professeurs en sont conscients, ils persévèrent avec les moyens dont ils disposent, malgré les contraintes temporelles et le désengagement des étudiants.

Revenir sur les points pas compris

Par ailleurs, le fait de revenir sur les points mal compris en classe est aussi une pratique moyennement répandue. De plus, il y a une dépendance entre cette pratique et le fait d'indiquer les points incompris pendant le cours du professeur en classe. Ces deux pratiques sont assez répandues parmi les bons étudiants, en particulier les marocains à B, et sont moins à la portée des faibles. Nous expliquons cela par le fait qu'elles requièrent en premier lieu l'identification des points incompris et donc nécessitent un certain niveau en mathématiques ainsi qu'un investissement de la part des étudiants. Nous pouvons aussi envisager que réciproquement, la réussite des étudiants peut découler de ces pratiques régulières.

Z.H. se rend compte que quelques étudiants indiquent les points incompris/mal compris en classe ou chez eux parce qu'ils viennent lui poser des questions. Il s'agit surtout de bons étudiants selon lui : *« cette année [2012-2013] j'ai des gens qui sont plus actifs cette année, ils venaient me voir et me disaient attendez je cherche dans le poly et ils avaient*

mis une croix à tel endroit qu'ils avaient pas compris effectivement. [...] Mais encore une fois c'est très particulier c'est chez les élèves qui sont bosseurs, qui sont plutôt bons. ». De même, L.D. remarque que certains étudiants viennent le voir pour poser des questions autour de points incompris, mais il s'agit surtout de questions concernant les préparations avant les colles : *« il y en a qui le font [notent/indiquent tout ce qu'ils n'ont pas compris] parce qu'ils arrivent avec une liste de post-it sur les pages, justement quand ils préparent les colles, quand ils ont la colle avec quelqu'un qui les impressionne un peu ou ça je vois arriver la liste des post-it. [...] Ou pour dire est-ce que c'est important [...] mais plutôt sur une échelle de deux semaines, et encore, il faut que ce soit avec un colleur qui les impressionne suffisamment ».* Pour expliquer pourquoi la moitié des étudiants ne revient pas sur les points incompris, il nous dit simplement : *« ils n'ont pas le temps, parce que comme ils travaillent pas beaucoup, enfin pas suffisamment par rapport à l'exigence, ils ont peut-être pas le temps. »*

L'exception à B en 2012-2013

Enfin, il est important de signaler que B 2012-2013 se démarque de toutes les autres classes, mais aussi en particulier en comparaison avec B 2011-2012, par des taux nettement inférieurs pour les trois items. Nous ne reviendrons pas sur ce qui a déjà été noté pour cette classe et qui est confirmé par les résultats à ces items (ainsi que pour d'autres items comme nous le verrons dans la suite). H.C. nous explique qu'avec les années les étudiants deviennent de plus en plus faibles et de moins en moins studieux : *« la promotion de cette année [2013-2014] est encore beaucoup plus faible, et je prédis que celle de l'année prochaine sera encore plus faible ».* En conséquence, la différence entre les marocains et les non-marocains, en termes d'attitude, de méthode de travail et de résultats devient plus marquée : *« il y en a certains qui sont motivés, surtout chez les marocains. Mais de toute façon la règle générale chez les pas marocains c'est en gros on ne travaille pas ».*

3. Les exercices

Nous nous intéressons ensuite à ce que font les étudiants entre deux cours de mathématiques du côté des exercices.

Nous considérons les items suivants (de la catégorie "Entre deux cours") :

- Je cherche les exercices donnés pour la fois suivante par le professeur avant la correction prévue en classe ;
- Je termine les exercices non finis en classe.

Je cherche les exercices donnés pour la fois suivante par le professeur avant la correction prévue en classe

Globalement

Les étudiants de B et D sont peu nombreux à souvent ou toujours chercher les exercices donnés par le professeur pour la fois suivante avant la correction prévue en classe, contrairement à ceux de K.

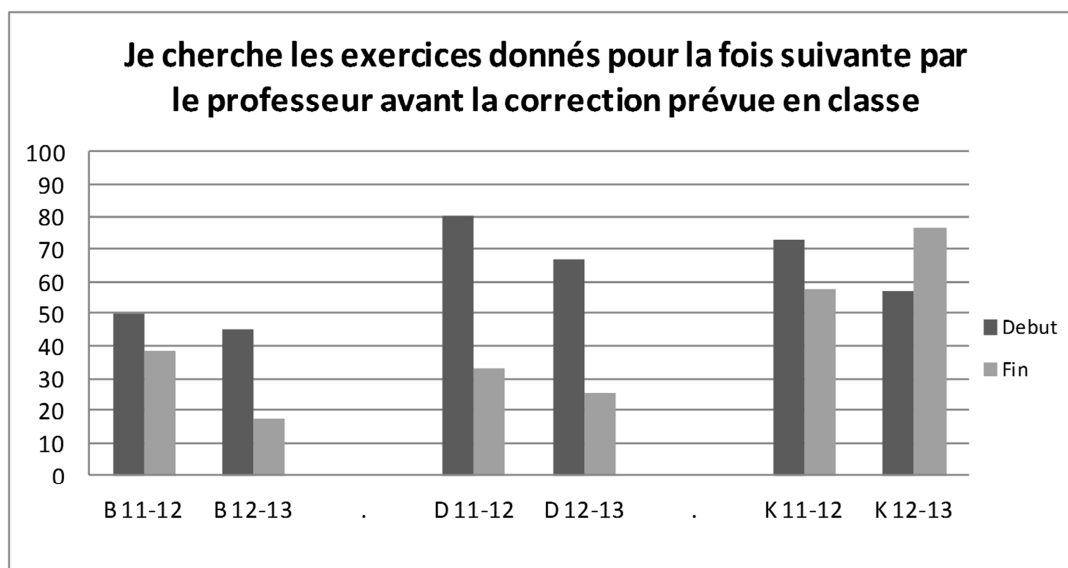


Diagramme en barres 29 : Je cherche les exercices donnés pour la fois suivante par le professeur avant la correction prévue en classe

Sur l'ensemble, le taux d'étudiants ayant répondu souvent ou toujours à cet item subit une baisse statistiquement significative par rapport à la Terminale (test de McNemar, p valeur=0). Cette baisse globale résulte des baisses significatives des taux à B (test de McNemar, p valeur=0,18) et à D (test de McNemar, p valeur=0), tandis que K se présente comme un cas particulier avec une faible baisse en 2011-2012 et surtout une hausse en 2012-2013 (évolutions non significatives).

Par ailleurs, il y a une dépendance de cet item avec la voie d'une part (test du Khi-deux, p valeur=0,09) et le lycée d'autre part (test du Khi-deux, p valeur=0) pour l'ensemble en fin d'année préparatoire.

	Répartition selon la voie (pour l'ensemble)		Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)		
	T	S	B	D	K
Chercher les exercices donnés pour la fois suivante (souvent ou toujours)	T 27%	S 45%	B 27%	D 29%	K 67%

Tableau de dépendance 55 : Chercher les exercices donnés pour la fois suivante (1)

Mais la dépendance selon la voie résulte en réalité d'une dépendance selon le lycée au sein de la voie S (test du Khi-deux, pvalue=0) qui marque l'opposition entre D et K.

	Répartition selon le lycée (pour les S)	
Chercher les exercices donnés pour la fois suivante (souvent ou toujours)	D 29%	K 67%

Tableau de dépendance 56 : Chercher les exercices donnés pour la fois suivante (2)

Les étudiants de K sont les seuls à être nombreux à souvent ou toujours chercher les exercices pour la fois suivante, en 2011-2012 (58%) et surtout en 2012-2013 (77%). Ceux de D et B sont largement moins nombreux à le faire, avec un taux moyen de 28% et des différences entre les classes.

Il y a une aussi dépendance entre cet item et le niveau des étudiants pour l'ensemble (test du Khi-deux, pvalue=0,02)

	Répartition selon le niveau (pour l'ensemble)		
Chercher les exercices donnés pour la fois suivante (souvent ou toujours)	b 54%	m 45%	f 30%

Tableau de dépendance 57 : Chercher les exercices donnés pour la fois suivante (3)

Ce sont plutôt les bons (54%) ensuite les moyens (45%) qui cherchent les exercices donnés pour la fois suivante par le professeur avant la correction prévue en classe, mais moins les faibles.

Par ailleurs, pour les étudiants de voie T, nous notons une dépendance entre cet item et d'une part le lycée d'origine (test du Khi-deux, pvalue=0,02), d'autre part le niveau* des étudiants (test du Khi-deux, pvalue=0,08).

	Répartition selon le lycée d'origine (pour les T)		Répartition selon le niveau* (pour les T)		
Chercher les exercices donnés pour la fois suivante (souvent ou toujours)	Maroc 43%	France 19%	b 54%	m 36%	f 15%

Tableau de dépendance 58 : Chercher les exercices donnés pour la fois suivante (4)

Nous pouvons donc voir que cette pratique, qui n'est pas très répandue à B (voire très rare en 2012-2013), est plus courante parmi les bons et quelques moyens ; il s'agit des marocains surtout.

Je termine les exercices non finis en classe

Globalement

Les étudiants qui terminent souvent ou toujours les exercices non finis en classe sont très peu nombreux sur l'ensemble.

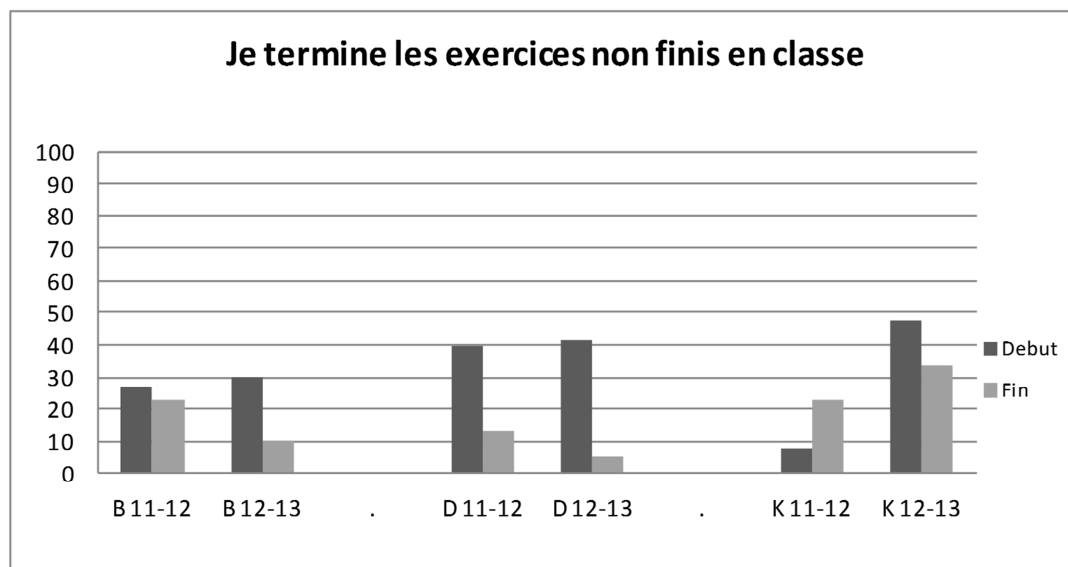


Diagramme en barres 30 : Je termine les exercices non finis en classe

En fin d'année de prépa, les étudiants qui terminent les exercices non finis en classe sont en général moins nombreux qu'en Terminale (test de McNemar, baisse statistiquement significative pour l'ensemble, $p\text{valeur}=0$), la baisse étant très marquée pour D (test de McNemar, $p\text{valeur}=0$).

Nous notons une exception à K pour les deux promotions : en 2011-2012, le taux de départ est très faible comparé à celui des autres classes, il subit une hausse au cours de l'année pour atteindre le même taux que celui de B 2011-2012 ; en 2012-2013, le taux de départ est très fort et malgré une baisse (non significative) reste bien plus fort qu'ailleurs en fin d'année.

Par ailleurs, il y a une dépendance de cet item avec le lycée d'abord sur l'ensemble (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,015$), ensuite pour la voie S (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,004$).

	Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)			Répartition selon le lycée (pour les S)	
	B 15%	D 9%	K 28%	D 9%	K 28%
Terminer les exercices non finis en classe (souvent ou toujours)					

Tableau de dépendance 59 : Terminer les exercices non finis en classe (1)

Ces deux dépendances soulignent les différences d'abord entre les trois lycées et ensuite entre les deux lycées de la voie S avec K qui se démarque par un taux moyen faible dans l'absolu mais très marqué relativement aux autres.

De plus, il y a une dépendance de cet item avec le niveau des étudiants sur l'ensemble (test du Khi-deux, $p_{\text{valeur}}=0,01$).

	Répartition selon le niveau (pour l'ensemble)		
Terminer les exercices non finis en classe (souvent ou toujours)	b 33%	m 19%	f 10%

Tableau de dépendance 60 : Terminer les exercices non finis en classe (2)

Cette pratique minoritaire est plus répandue parmi les bons étudiants (33%) que les autres.

Lien entre ces deux items

Nous explorons le lien entre les deux items concernant les exercices entre deux cours et trouvons une dépendance (test du Khi-deux, $p_{\text{valeur}}=0$).

		Chercher les exercices donnés pour la fois suivante		Total
		jamais ou parfois	souvent ou toujours	
Terminer les exercices non finis en classe	jamais ou parfois	104	45	149
	souvent ou toujours	5	22	27
Total		109	67	176

Tableau de dépendance 61 : Croisement des items Je termine les exercices non finis en classe et Je cherche les exercices donnés pour la fois suivante par le professeur avant la correction prévue en classe

Le taux de ceux qui ne cherchent pas les exercices donnés pour la fois suivante et ne terminent pas les exercices non finis en classe (jamais ou parfois pour les deux items) est remarquable : 60% de l'ensemble des étudiants. En outre, parmi les 13% qui font les deux souvent ou toujours, la moitié sont des étudiants de K et le tiers des étudiants de B 2011-2012, ce qui coïncide avec les taux observés ci-dessus.

Interprétations et conjectures

Les étudiants de B et D ne semblent pas s'investir dans le travail autour des exercices entre deux cours de mathématiques : les taux pour les deux items sont faibles, surtout pour le fait de terminer les exercices non finis en classe, de même qu'en moyenne les taux de D sont inférieurs à ceux de B. A contrario, les étudiants de K sont très nombreux

à chercher les exercices donnés pour la fois suivante par le professeur avant la correction prévue en classe ; ils sont aussi plus nombreux que les autres à terminer les exercices non-finis en classe, surtout en 2012-2013. Par ailleurs, ces deux pratiques sont plus répandues parmi les bons étudiants.

Les différences entre K et les deux autres lycées

Nous attribuons les différences qui existent entre K d'une part et D et B d'autre part à la valorisation du travail autour des exercices par les professeurs. Les professeurs Z.H., F.M. et H.C. semblent ne pas accorder beaucoup d'importance aux exercices que les étudiants doivent préparer chez eux. En effet, lorsqu'ils proposent des exercices à faire à la maison, ils ne vérifient pas vraiment si le travail a été fait. Les étudiants en profitent alors pour ne pas travailler : *« je ne me casse pas trop la tête à faire les DM parce qu'ils ne sont pas notés et j'ai pas envie d'y passer trop longtemps »* (étudiante de D). Les professeurs affirment que les étudiants ne font pas les exercices suggérés. De plus, Z.H. et H.C. ne sont pas convaincus par les taux observés : *« c'est même optimiste les chiffres qu'ils te donnent »*. Cependant, nous pensons qu'il s'agirait d'un cercle vicieux : comme les professeurs ne contrôlent pas le travail des étudiants, ces derniers ne le font pas, alors les professeurs désespérés arrêtent de le vérifier, etc.... De plus, nous postulons que c'est ce qui fait la différence avec les étudiants de L.D. qui sont très nombreux à travailler les exercices donnés. Certains vont même jusqu'à terminer les exercices non finis en classe, sachant que les professeurs nous confirment qu'il n'est pas commun de laisser des exercices inachevés sans les compléter le lendemain ou envoyer un corrigé. Ainsi, les taux de K pourraient s'expliquer par le fait que L.D. contrôle régulièrement le travail demandé aux étudiants, soit en ramassant des exercices au hasard, soit à travers des passages au tableau, sans oublier que les exercices qu'il leur donne à préparer sont courts et d'un niveau atteignable pour éviter de les décourager (cf. chapitre IX). Ces derniers ne sont pas notés mais L.D. leur accorde beaucoup d'importance, ce qu'il croit être reflété à son tour par le travail des étudiants.

Les différences entre les deux promotions à K

Quant à la différence entre les deux promotions, L.D. l'attribue à l'attitude des étudiants vis-à-vis des exercices : *« ils [les étudiants la promotion 2012-2013] croient que l'entraînement, ils ont vraiment une notion de la réussite du cours de maths qui est le contraire de ce qui est abstrait. C'est-à-dire si on faisait 20 fois le même exercice et qu'ils le retrouvaient au concours, ce serait leur rêve. Mais même si le 21ème exercice qui est semblable mais pas le même ils ne savent pas le faire. Tu comprends ? Ils ont une idée de l'entraînement, ça rejoint l'idée de l'entraînement. Ils ont une idée de l'entraînement qu'on se prépare en faisant des exercices voilà. [Alors que les étudiants la promotion 2011-2012] sont un peu plus détachés. La promo d'avant ils sont plus adultes, plus critiques je pense envers ce qu'on leur dit »*. Nous postulons que les étudiants de la

promotion 2012-2013 accordent moins d'importance au cours que les autres étudiants de voie S et s'orientent plutôt vers les exercices. Cette hypothèse, validée par L.D. et corroborée par les résultats de plusieurs items dans la suite, permet aussi d'expliquer a posteriori le taux de l'item "*J'apprends le cours*" analysé ci-dessus : les étudiants qui apprennent souvent ou toujours leurs cours de mathématique entre deux cours sont moins nombreux à K 2012-2013 qu'ailleurs en voie S parce qu'ils favorisent le travail autour des exercices.

L'exception à B en 2012-2013

Enfin, nous repérons à nouveau des taux exceptionnellement bas pour B 2012-2013 qui semble travailler moins que les autres classes, en particulier moins que B 2011-2012.

Une question supplémentaire

Dans nos échanges par mail avec les quelques étudiants de la promotion 2012-2013 qui ont échangé avec nous, une question portait sur la façon dont ils gèrent une difficulté rencontrée lors de la résolution d'un exercice (en cours de préparation chez eux, hors DS). Nous leur avons ainsi demandé de compléter le tableau ci-dessous en commentant s'ils le souhaitaient. Pour rappel, dans une optique d'allègement du questionnaire, nous avons décidé de supprimer ce bloc d'items initialement inclus dans la version DEB11-12 et nous l'avons gardé pour une exploitation ultérieure à travers les échanges par mail. Huit étudiants ont répondu à notre demande, cet échantillon n'étant en aucun cas représentatif de l'ensemble des étudiants, cependant les explications apportées nous permettent de mieux comprendre certaines stratégies adoptées par les étudiants. Voici le bilan des réponses :

Quand je rencontre une difficulté lors de la résolution d'un exercice :	Souvent ou toujours	Parfois ou jamais
Je retourne étudier le cours	5	3
Je cherche un exercice analogue dans un livre d'exercices corrigés	1	7
Je cherche une aide sur internet (forums, chat, ...)	1	7
Je demande de l'aide à quelqu'un (un camarade de classe, le professeur, un professeur particulier...)	3	5
Je compte sur mon imagination pour inventer une façon de traiter l'exercice	2	6
Je le laisse de côté pour le reprendre plus tard à tête reposée	4	4
Je laisse tomber et j'attends la correction en classe	4	4

Tableau 21 : Réponses des étudiants concernant la gestion des difficultés rencontrées lors de la résolution d'un exercice

Pour ces étudiants, la stratégie la plus couramment adoptée est le recours au cours qui reste donc la ressource principale utilisée pour faire face aux difficultés de résolution d'exercices.

- *« quand je bloque c'est la première chose que je vais voir, même si c'est pas toujours d'une grande utilité selon les exos » ;*
- *« je ne commence jamais un exercice sans avoir lu le cours auparavant, j'ai recours à mon cours systématiquement » ;*
- *« c'est utile de tout revoir pour les exercices » ;*
- *« je retourne souvent voir le cours et notamment, les exercices types qui en font partie pour analyser, appliquer et apprendre leurs démarches ».*

Ensuite, la moitié des étudiants se dirige vers des stratégies d'abandon, au moins temporaire (mise en suspens) : soit ils laissent de côté pour reprendre l'exercice plus tard à tête reposée, soit ils abandonnent complètement en attendant la correction en classe.

- *« le plus souvent ma stratégie est de trouver autre chose à faire » ;*
- *« quand je rencontre un problème pour faire un exercice de maths, je fais une pause et passe à un autre exercice avant de le reprendre plus tard. Si je n'y arrive toujours pas, j'attends le prochain cours de maths où nous faisons la correction et j'essaie de comprendre l'analyse effectuée par le professeur » ;*
- *« souvent reprendre l'exo à tête reposée quand j'ai plusieurs jours pour faire l'exo ; laisser tomber parfois, quand j'ai pas trop le temps et que rien ne marche » ;*
- *« je le laisse parfois de côté sans pour autant ne pas avoir fait tout ce que je pouvais faire dedans » ;*
- *« en ce qui concerne la stratégie que j'adopte le plus souvent lors de la résolution d'un exercice, ayant personnellement de grosses difficultés et lacunes en mathématiques, je laisse bien souvent tomber et me contente d'attendre la correction. Même quand je reporte à plus tard parce que je n'y arrive pas, le plus souvent, je n'ai pas le temps d'y revenir » ;*
- *« je fais rarement mes devoirs de mathématiques, ni les DM d'ailleurs quand je n'y arrive pas car j'abandonne très vite, cependant quand j'y arrive je les traite ».*

Quelques étudiants demandent couramment de l'aide à quelqu'un (un camarade de classe, le professeur, un professeur particulier...) lorsqu'ils bloquent sur un exercice. Ceci rejoint les conclusions de nos analyses concernant l'aide que les étudiants demandent lorsqu'ils font face à des difficultés.

- *« je demande de l'aide à quelqu'un toujours, en prépa solidarité oblige » ;*
- *« je demande souvent de l'aide à des camarades qui ont compris la façon de procéder (surtout pour les devoirs maison) et l'aide du professeur pour des questions spécifiques. De plus, je demande de nombreuses fois au prof pendant*

les TD si les questions aux DS et aux concours seront posées suivant la même forme que l'on rencontre dans l'exercice et j'annote la façon de répondre dans la leçon avec la question pour savoir comment faire au devoir, comme ça je révise à la fois les notions et la façon de les utiliser » ;

- *« demander de l'aide à quelqu'un parfois, aux autres élèves » ;*
- *« je demande parfois de l'aide à mes parents ou même à ma petite sœur qui se trouve en S et qui fait à peu près le même programme que moi » ;*
- *« je demande rarement de l'aide, mais c'est bien souvent par manque de temps et aussi par peur de déranger les autres » ;*
- *« en dernière solution, je demande à des élèves qui sont déjà dans les grandes écoles pour m'aider à faire mes devoirs car j'étais dans des tutorats tel central égalité de chances (avec Centrale Paris) ou Talens (avec l'ENS). Je vois aussi une fois par mois environ mon tuteur de l'ENS pour revoir des cours mais seulement d'économie même s'il peut m'aider en mathématiques ».*

Les stratégies les moins utilisées sont le recours à internet pour y chercher une aide ou encore la recherche d'un exercice analogue dans un livre d'exercices corrigés. Cependant, trois étudiants disent chercher dans leurs cahiers un exercice analogue préalablement fait en classe ; il s'agit d'une stratégie de reproduction d'une solution existante.

- *« lorsque je travaille sérieusement, la stratégie que j'adopte le plus souvent est celle de rechercher dans mon cahier si nous n'avons pas fait un exercice similaire et je m'en inspire » ;*
- *« j'utilise beaucoup internet pour m'aider à faire les exercices de mathématiques ou sinon je revois les exercices traités en cour pour trouver des similitudes » ;*
- *« chercher un exo analogue dans un livre d'exos corrigés – jamais, dans un exo qu'on aurait pu faire en classe- toujours ».*

Enfin, les étudiants qui disent compter sur leur imagination pour inventer une façon de traiter l'exercice sont très rares.

- *« faire appel à l'imagination parfois, quand une solution me paraît logique (même si c'est pas toujours le cas) et que j'ai pas trop le temps de faire l'exo. » ;*
- *« après j'arrive toujours plus ou moins à bidouiller un truc donc je bloque rarement au point de faire toutes les stratégies ».*

Nous pouvons donc noter que, globalement, en cas de difficulté lors de la résolution d'un exercice, il est plus courant d'avoir recours à des ressources existantes (cours ou exercices résolu en classe) que d'en chercher d'autres par soi-même (internet ou exercice analogue dans un livre). De plus, les étudiants semblent préférer abandonner les exercices qui leurs posent problème, sur le champ ou après plusieurs tentatives de résolution, plutôt

que demander l'aide des autres. Enfin, très peu d'étudiants ont recours à la créativité pour inventer une façon de traiter l'exercice.

4. Synthèse

Dans le chapitre précédent, nous avons établi que la majorité des étudiants de voie S travaillent habituellement plutôt par période que régulièrement d'une séance à l'autre, tandis que ceux de voie T sont aussi nombreux à travailler à l'approche des contrôles. Cette organisation du travail ordinaire est reflétée à travers les taux globalement faibles des items concernant l'étude du cours et la préparation des exercices entre deux cours. En effet, en dépit des différences entre les lycées et les promotions, nous notons que les étudiants ne sont pas nombreux à travailler entre deux cours de mathématiques, et moins les exercices que le cours.

En ce qui concerne le cours, il semble que la lecture du cours (en entier) est une pratique peu répandue pour l'ensemble des étudiants, tandis que le fait d'apprendre le cours et celui de revenir sur les points mal compris sont plus courants. Cette dernière pratique est particulièrement présente parmi les bons étudiants, ce que nous expliquons par leur capacité à identifier les points mal compris. En outre, les étudiants de voie S semblent s'investir plus que ceux de voie T pour le travail concernant le cours. Nous pensons que cela est en rapport avec les visées des colles pour chaque voie.

Quant aux exercices, les étudiants ne sont pas nombreux à chercher souvent ou toujours les exercices donnés pour la fois suivante par le professeur avant la correction prévue en classe. De plus, ils sont très peu nombreux à souvent ou toujours terminer les exercices non finis en classe. Ces deux pratiques sont aussi plus répandues parmi les bons étudiants. Les étudiants de K se distinguent par rapport à ceux des deux autres lycées en montrant un intérêt particulier pour les exercices qui reflète l'importance qu'accorde leur professeur à ce travail.

Enfin, que ce soit pour le cours ou les exercices, B 2012-2013 apparaît comme une classe où très peu d'étudiants travaillent assidûment entre deux cours. De plus, K 2012-2013 se distingue des autres classes de voie S par un travail plutôt axé sur les exercices et moins sur le cours.

Les professeurs des trois lycées trouvent que les étudiants ne travaillent pas suffisamment entre deux cours, malgré leurs conseils récurrents et les interrogations formelles ou non auxquelles ils ont recours pour mettre les étudiants au travail. De leur côté, les étudiants expliquent qu'ils n'ont ni le temps ni l'énergie de travailler les mathématiques comme il le faudrait en cours de semaine à cause de leurs journées surchargées et des quantités de travail exigé dans les différentes matières. H.C. propose une explication pessimiste mais

rationnelle concernant la manière dont les étudiants déterminent les priorités de travail. Selon lui, chaque professeur donne du travail à faire, pas toujours raisonnable, sans prendre en considération ce que les autres collègues demandent aux étudiants. Par conséquent, « *les élèves ils apprennent à gérer vis-à-vis de la pression que les profs mettent sur eux et en fin de compte, ils vont faire le boulot dans la matière où le prof hurle le plus* ». Ainsi, nous postulons que la plus grande partie du travail autour du cours et des exercices se fait lors des révisions d'un DS plutôt qu'entre deux cours, ce qui expliquerait les taux relativement faibles des items de ce chapitre en comparaison avec ceux du chapitre XII que nous analysons dans la suite.

CHAPITRE XI : LES RESSOURCES

Nous nous intéressons maintenant aux ressources qu'ont les étudiants à leur disposition pour leur étude du cours de mathématiques et la préparation des DS. Nous considérons d'abord les ressources personnelles que les étudiants constituent eux-mêmes à partir du cours et/ou des exercices : les fiches. Ensuite, nous examinons les ressources "externes" dont se servent les étudiants, en particulier pour les révisions d'un DS : il s'agit des ressources fournies par le professeur, son cours et ses commentaires sur les DS et DM, ainsi que les autres sources d'information utilisées (manuels, livres, internet...).

1. Les fiches

Dans la suite, il s'agit des items suivants (de la catégorie "En classe et prise de notes") :

- Je fais des fiches ;
- Dans ces fiches, j'insère des éléments qui viennent des exercices ;
- Mes fiches sont plutôt (sélection, réorganisation, sélection).

Il faut signaler que ce bloc d'items concernant la constitution des fiches a subi une reformulation entre la première version du questionnaire (DEB11-12) et les trois autres versions (FIN11-12, DEB12-13 et FIN12-13).

En effet, dans DEB11-12, nous trouvions les cinq items suivants, tous à quatre modalités de réponses (jamais, parfois souvent, toujours) : 1. je fais des fiches à partir du cours ; 2. je fais des fiches à partir des exercices ; 3. mes fiches sont une sélection d'éléments importants recopiés à partir du cours et/ou des exercices ; 4. mes fiches réorganisent les éléments du cours et/ou des exercices en faisant des regroupements, des tableaux ou des schémas de synthèse ; 5. mes fiches correspondent à une réécriture personnelle de ce qui me semble important à retenir. Après reformulation, ces items sont réduits aux trois items suivants : 1. je fais des fiches ; 2. dans ces fiches j'insère des éléments qui viennent des exercices ; 3. mes fiches sont plutôt (réécriture, réorganisation, sélection).

Suite au dépouillement du questionnaire DEB11-12, nous avons constaté que très peu d'étudiants ont répondu faire souvent ou toujours des fiches à partir des exercices. Cela indiquerait qu'en mathématiques, l'essentiel des éléments que les étudiants considèrent comme étant importants à retenir provient surtout du cours (formules, théorèmes, définitions....). Or nous considérons que le savoir technologique et pratique est issu largement autant des exercices, même si ce n'est pas l'usage de faire de telles fiches pratiques. Ainsi, nous avons décidé de nuancer les deux premiers items sans totalement supprimer l'aspect exercices puisqu'il nous était important de savoir si les étudiants notaient quand même des éléments par rapport aux exercices. La reformulation « je fais des fiches » puis « dans ces fiches, j'insère des éléments qui viennent des exercices »

souligne le fait que les éléments provenant des exercices complètent ce qui vient du cours.

Pour les items 3, 4 et 5, il s'agissait de trouver une formulation qui permettait de raccourcir le questionnaire dans une optique d'allègement. Nous avons jugé plus informatif d'imposer aux étudiants un seul choix de méthode de constitution des fiches, la plus souvent utilisée, plutôt que de leur demander la fréquence d'utilisation de chaque méthode.

Suite à ces modifications, nous avons choisi de ne pas tenir compte des résultats du questionnaire DEB11-12 pour ces items. Cette perte d'information ne nous semble pas vraiment problématique sachant qu'hormis les évolutions début-fin d'année, nous cherchons surtout à comprendre ce que font les étudiants en fin d'année préparatoire. Dans ce qui suit pour les trois items sur les fiches, nous ne présentons pas les résultats qui correspondent au questionnaire DEB11-12 (trois barres manquantes dans chaque diagramme).

Je fais des fiches ; Dans ces fiches, j'insère des éléments qui viennent des exercices

Globalement

Il semble que le fait de faire des fiches est une pratique moyennement répandue en fin de première année de classe préparatoire, y insérer des éléments qui viennent des exercices étant globalement encore moins fréquent.

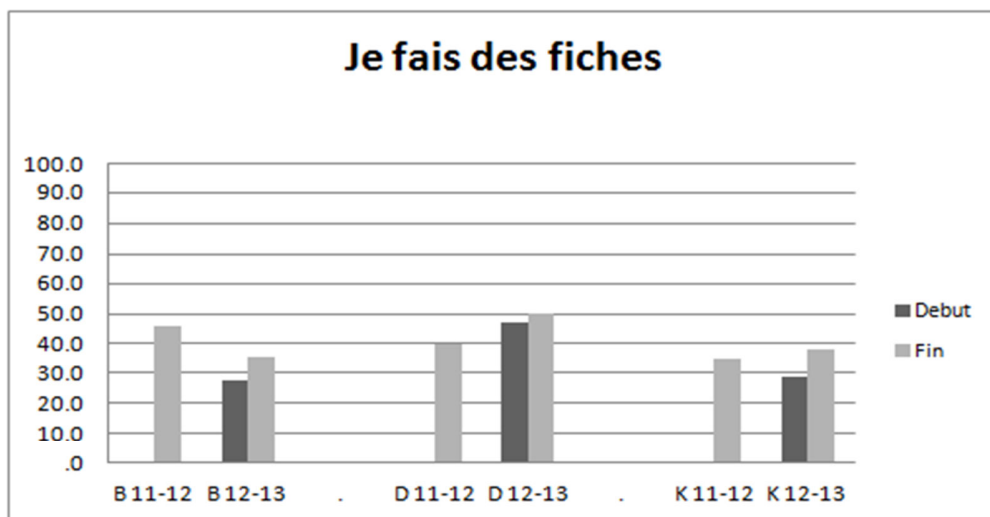


Diagramme en barres 31 : Je fais des fiches

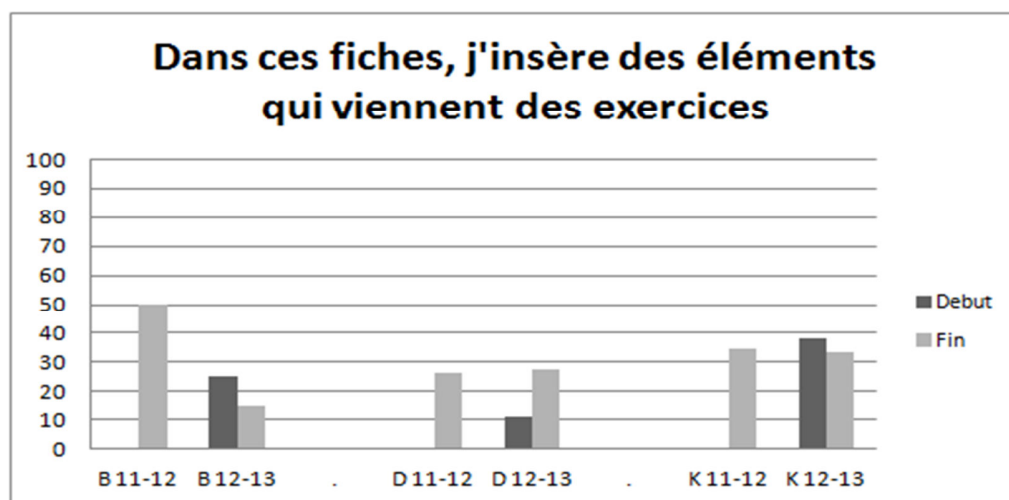


Diagramme en barres 32 : Dans ces fiches, j'insère des éléments qui viennent des exercices

Sur l'ensemble, environ 40% des étudiants en moyenne font des fiches souvent ou toujours, soit légèrement plus qu'en Terminale (mais avec une seule promotion de référence). Nous notons des différences relativement faibles entre les lycées et les classes, le taux d'étudiants qui font souvent ou toujours des fiches varie entre 35% et 50%.

Les taux d'étudiants insérant souvent ou toujours dans les fiches des éléments issus des exercices sont quasi identiques aux taux de ceux qui font des fiches toujours et souvent à K (pour les deux promotions) et à B 2011-2012 ; ils sont inférieurs à D (pour les deux promotions) et à B 2012-2013.

Nous notons une dépendance entre cet item et la promotion* (test du Khi-deux, $p\text{-valeur}=0,035$) qui résulte surtout de l'opposition très marquée entre les taux des deux promotions de B.

	Répartition selon la promotion (pour l'ensemble)	
	2011-2012 : 37%	2012-2013 : 24%
Insérer dans les fiches des éléments qui viennent des exercices (souvent ou toujours)		

Tableau de dépendance 62 : Insérer dans les fiches des éléments qui viennent des exercices

En outre, pour ces deux items, il n'y a pas de dépendance avec le niveau. Néanmoins, le fait de faire des fiches (en général et à partir des exercices) est une pratique plus répandue parmi les bons étudiants de voie T comparés aux faibles et moyens, alors que pour les étudiants de voie S, c'est le contraire, c'est moins répandu parmi les bons.

Lien entre ces deux items

Nous croisons ces deux items. Parmi ceux qui ne font "jamais" de fiches (52 étudiants en tout, soit 30% de l'ensemble) un seul étudiant dit insérer "parfois" des éléments qui viennent des exercices dans ces fiches. Or nous considérons qu'une personne ayant répondu "jamais" au premier item (faire des fiches) devrait aussi répondre "jamais" au second item (insérer des éléments venant des exercices). Nous postulons qu'il s'agit probablement d'un étudiant qui a complété le questionnaire de façon arbitraire ou qui a répondu "parfois" par erreur. Nous recroisons les deux items en supprimant de notre tableau la modalité "jamais" pour l'item « *Je fais de fiches* ».

Pour le nouveau croisement, nous trouvons une dépendance entre ces deux items (test du Khi-deux, pvaleur=0,016).

	Insérer dans les fiches des éléments qui viennent des exercices		Total
	jamais ou parfois	souvent ou toujours	
Faire des fiches parfois	36	16	52
souvent ou toujours	36	37	73
Total	72	53	125

Tableau de dépendance 63 : Croisement des items je fais des fiches et Dans ces fiches, j'insère des éléments qui viennent des exercices

Nous pouvons observer que parmi ceux qui font parfois des fiches, moins d'un tiers y insèrent souvent ou toujours des éléments venants des exercices (soit 13% de l'ensemble). Ensuite, parmi ceux qui font souvent ou toujours des fiches, la moitié insère des éléments venant des exercices.

Mes fiches sont plutôt (sélection, réorganisation, sélection)

Pour cet item à choix unique, il s'agit du taux de ceux qui ont choisi chaque modalité parmi les trois proposées. Les taux utilisés pour construire le diagramme en barre ci-dessous ont été calculés par rapport au nombre total d'étudiants qui font des fiches au moins parfois. Nous n'avons donc pas tenu compte des non réponses, c'est-à-dire des étudiants qui ont répondu "jamais" au moins au premier item concernant les fiches (je fais des fiches) et n'ont donc pas répondu à cet item comme l'indiquait la consigne : "si tu as répondu jamais aux deux questions précédentes (à propos des fiches) passe directement à la page suivante".

Globalement

Sur l'ensemble en fin d'année préparatoire, la majorité des étudiants qui font des fiches ont recours à une sélection d'éléments importants recopiés à partir du cours et/ou des exercices.

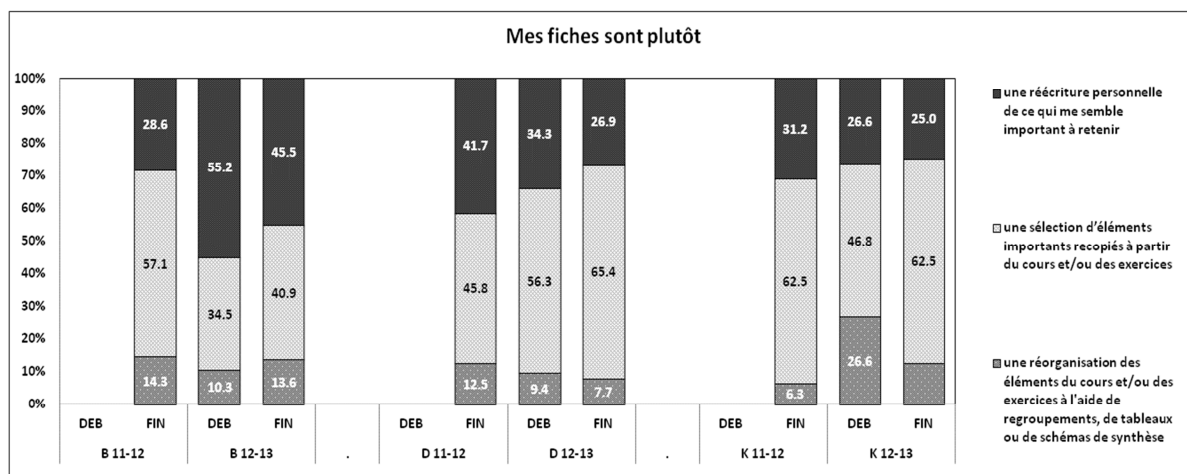


Diagramme en barres 33 : Mes fiches sont plutôt

En deuxième position, nous trouvons les étudiants qui choisissent une réécriture personnelle de ce qui leur semble important à retenir. Enfin, une minorité d'étudiants procèdent à une réorganisation des éléments du cours et/ou des exercices à l'aide de regroupements, de tableaux ou de schémas de synthèse.

Nous notons une exception à B 2012-2013 où le taux d'étudiants qui procèdent à une "réécriture" dépasse légèrement celui de "sélection". De plus, à D 2011-2012, la "sélection" reste majoritaire, mais la "réécriture" est largement plus répandue qu'ailleurs, son taux se rapproche de celui de la "sélection".

Par ailleurs, cet item dépend du niveau* des étudiants pour l'ensemble, ainsi que pour la voie T, mais pas pour la voie S (tests du Khi-deux, pvaleur=0,027 pour l'ensemble et pvaleur=0,04 pour les étudiants de voie T).

Pour l'ensemble		Niveau			Total
		bon	moyen	faible	
Mes fiches sont plutôt une	sélection	4	22	43	69
	réorganisation	4	6	4	14
	réécriture	7	14	21	42
Total		15	42	68	125

Tableau de dépendance 64 : Mes fiches sont plutôt (1)

Pour les T	Niveau			Total
	bon	moyen	faible	
Mes fiches sont plutôt une sélection	3	4	14	21
réorganisation	4	1	1	6
réécriture	4	1	11	16
Total	11	6	26	43

Tableau de dépendance 65 : Mes fiches sont plutôt (2)

Nous pouvons voir que pour les faibles et les moyens sur l'ensemble, la sélection est la méthode dominante pour faire les fiches (63% des faibles et 52% des moyens), suivie de la réécriture (environ un tiers des étudiants faibles et moyens), tandis que la réorganisation est très rare surtout pour les faibles (14% pour les moyens, 6% pour les faibles). Cette répartition s'applique aussi aux étudiants de voie T, avec des taux du même ordre mais légèrement différents.

Pour les bons, la réécriture domine (46% sur l'ensemble), ensuite autant d'étudiants optent pour la sélection que la réorganisation (27%). Le taux de bons étudiants qui ont recours à la réorganisation est remarquable surtout en comparaison avec les faibles et les moyens. En regardant de plus près, nous nous apercevons que les bons étudiants qui choisissent la réorganisation sont tous de bons étudiants marocains de voie T.

Interprétations et conjectures

Pourquoi faire des fiches

Nous considérons d'abord le fait de faire des fiches et d'y insérer des éléments venant des exercices. En général, les fiches servent de synthèse et d'aide-mémoire pour les étudiants. Elles devraient leur permettre de rassembler tous les éléments importants d'un chapitre/thème donné, ce qui faciliterait leur utilisation dans la suite et leur apprentissage pour les épreuves (DM, DS, colles, interrogations...). Il s'agit d'habitude d'un travail personnel supplémentaire que les professeurs n'imposent pas et n'encadrent pas, qui nécessite une initiative et un temps d'investissement de la part des étudiants seuls. Tous les étudiants ne sont pas capables de produire des fiches efficaces et succinctes, cela demande une certaine expérience et un entraînement. De plus, s'il est relativement simple de repérer et de résumer les éléments de cours (définitions, théorèmes, formules...) pour de nombreux étudiants, il est plus difficile d'extraire judicieusement des éléments des exercices qui soient importants à retenir. Les professeurs confirment notre point de vue : « *c'est un peu normal avec l'expérience qu'ils ont, j'attends pas d'eux qu'ils soient capables d'extraire des exemples, l'idée ou le passage où il se passe quelque chose, s'ils étaient capables de faire ça, je n'aurais plus rien à faire moi. Donc aller chercher et mettre des exemples ou des exercices dans les fiches ça demande un tel travail de synthèse, ça demande d'avoir déjà tout pigé. Donc qu'ils le fassent pas, ça m'étonne pas,*

s'ils étaient capables de le faire, ça serait miraculeux mais là pour le coup je trouve un peu normal qu'ils aient pas cette expérience, on ne peut pas attendre ça d'eux. Donc qu'ils fassent le cours, qu'ils aient au moins les théorèmes, les énoncés ça serait bien » (Z.H.). Le croisement de ces deux items (tableau de dépendance 63) semble montrer que plus les étudiants font des fiches fréquemment, plus ils y insèrent des éléments venant des exercices. Nous postulons que c'est par habitude et grâce à l'entraînement que les étudiants développent la capacité à faire des fiches qui recouvrent l'ensemble des éléments importants, y compris ceux qu'ils repèrent dans les exercices, sans se limiter uniquement à l'essentiel du cours.

Les fiches dans chaque lycée

Nous avons cherché à interpréter les taux observés pour ces items en fonction des informations que nous avons concernant chaque classe et de ce que nous ont dit les professeurs lors des entretiens.

Pour B, nous notons une différence marquée entre les deux promotions, surtout pour le deuxième item. Il semble que près de la moitié des étudiants de la promotion 2011-2012 font des fiches et y insèrent des éléments venant des exercices, tandis que c'est nettement moins le cas pour la promotion 2012-2013, surtout pour le deuxième aspect. Nous attribuons cette différence à la situation problématique particulière de la classe de B 2012-2013 que nous avons déjà évoqué à plusieurs reprises et que nous confirme leur professeur. Ainsi, nous considérons que le taux exceptionnellement faible pour le deuxième item s'explique par les difficultés auxquelles font face ces étudiants en mathématiques ainsi qu'à leur manque d'assiduité dans le travail. Si environ un tiers de ces étudiants font des fiches, ils sont très peu nombreux à s'investir dans la recherche d'éléments provenant des exercices pour enrichir leurs fiches. Cependant, nous n'avons pas d'explication pour le taux de 50% de B 2011-2012 au deuxième item. Ce taux nous paraît assez élevé en comparaison avec ceux des lycées. Lors de l'entretien, H.C. n'a fait aucun commentaire concernant ce dispositif qui nous permette de mieux comprendre les taux.

À D, pour chaque item, nous avons des taux similaires sur les deux promotions. De plus, nous notons une faible hausse entre le début et la fin de l'année pour la promotion 2012-2013. Z.H. interprète la hausse, notamment pour le deuxième item, comme une évolution positive qui refléterait un progrès au niveau des capacités de synthétisation des étudiants en cours d'année. Il nous confirme que plusieurs de ses étudiants font des fiches qu'il remarque en cours, sachant qu'il n'encourage pas spécialement cette pratique parce qu'il *« considère que c'est vraiment une approche, chacun a son truc »*. De plus, il stipule que ces fiches contiennent surtout des énoncés de cours, *« c'est l'aspect par cœur quoi »*, ce

qu'il trouve normal étant donné l'expérience des étudiants quant à l'extraction d'éléments des exercices, ce qui correspond donc aux taux observés pour les deux items.

À K, les taux du premier item sont plus ou moins du même ordre de grandeur qu'ailleurs, indiquant une pratique moyennement répandue. Cependant, les taux du deuxième item sont légèrement plus marqués qu'à D pour les deux promotions. Nous attribuons cela à un dispositif particulier mis en place par L.D. En effet, il encourage ses étudiants à faire un cahier où ils noteraient les exercices-types, qu'il qualifie de classiques ou de raisonnements formateurs, c'est-à-dire les exercices qui leur apprennent quelque chose, afin de les revoir avant un DS. Pendant le cours, il essaye de signaler ces exercices importants afin que les étudiants les repèrent et en fassent signe dans la marge pour les « *ficher* » ensuite. De plus, sur la première page de son polycopié de cours pour chaque chapitre, il insère une liste de notions et méthodes que les étudiants doivent connaître qui se termine par la consigne suivante : *"ficher les questions classiques"* (nous analyserons son polycopié pour le chapitre des matrices en détail dans le chapitre XIV). Il semble donc que L.D. donne vraiment un statut reconnu à ce travail de fichage. Cependant, il n'est pas certain que les étudiants le fassent puisqu'il ne demande pas à voir ce qu'ils fichent. Ce dispositif nous rappelle le classeur que Mme.LK impose à ses étudiants afin d'y noter entre-autres les exercices et les méthodes à la maison suite à la correction en classe et qu'elle contrôle ensuite (Erdogan, 2006). L'objectif derrière ce dispositif étant de donner au professeur « *un moyen de centrer l'attention des élèves lors du travail à la maison sur les méthodes de résolution, sur la démarche mathématique, ce qui leur permet ainsi de repasser pour soi-même, comme le disait Bachelard, le savoir qu'ils ont rencontré en classe.* » (ibidem, p. 184). Comme Mme.LK, L.D. cherche aussi à attirer l'attention de ses étudiants sur les exercices qu'il considère classiques et les méthodes qui y sont utilisées afin de construire une sorte de répertoire utilisable pour les DS. Quant aux fiches de cours, il leur dit qu'il existe « *beaucoup de manuels tout faits de fiches, c'est des tout petits livres qui se vendent dans le commerce* », donc ce n'est pas la peine d'en faire. Par contre, il les incite à faire des fiches dans lesquelles ils notent leurs erreurs fréquentes afin de les éviter dans le futur : « *il y a des fiches qui doivent être temporaires, c'est quand ils font des erreurs, je leur dis vous faites toujours les même erreurs, vous vous mettez cette fiche, vous la scotchez devant votre porte et vous la relisez jusqu'à plus faire l'erreur, mais ça je ne sais pas s'ils suivent.* ».

La constitution des fiches

En ce qui concerne la façon dont ces fiches sont constituées en fin d'année de prépa, la sélection est le mode dominant partout et la réorganisation le mode le moins présent partout. En croisant le mode de constitution des fiches avec le niveau des étudiants, nous remarquons que la sélection est très majoritaire parmi les faibles, tandis que les bons ont plus recours à la réécriture, ou encore à la réorganisation dans le cas des bons étudiants

de voie T. Nous conjecturons que la réorganisation est un mode minoritaire réservé aux bons étudiants parce qu'il est sans doute difficile de procéder à une synthèse d'éléments mathématiques (formules, théorèmes, astuces...) à l'aide de représentations visuelles. Cette pratique est sans doute plus fréquente dans d'autres disciplines (en SVT ou géographie par exemple) comme le montrent les résultats d'Adangnikou (2007) pour les étudiants en DEUG. A contrario, la sélection est majoritaire puisque c'est le mode le plus simple qui consiste simplement à recopier des éléments existants, indépendamment de la compréhension, la rendant ainsi accessible aux étudiants de tous les niveaux. Néanmoins, il faut être capable de déterminer ce qui est important à recopier afin d'éviter d'avoir des fiches trop chargées et détaillées, ce qui irait à l'encontre du principe de synthétisation. Ainsi, toutes les fiches constituées par sélection ne sont pas nécessairement efficaces. L.D. nous dit qu'il encourage ses étudiants à faire plutôt une sélection d'éléments pour les exercices que pour le cours. Cependant, certains étudiants insistent à faire leurs propres fiches de cours, y compris à partir de manuels. Selon lui, ils cherchent à se réapproprier le contenu avec leur propre réécriture.

Les taux à B2012-2013 nous intriguent : c'est plutôt la réécriture qui domine (46%), dépassant le taux de la sélection (41%), contrairement aux autres classes, ce qui semble difficile à expliquer. Or nous avons déjà noté (cf. chapitre VIII section 2) qu'en comparaison avec les autres classes, ces étudiants sont les moins nombreux à recopier souvent ou toujours ce que le professeur écrit au tableau. De plus, ils sont peu nombreux à prendre notes des commentaires oraux du professeur. Nous postulons qu'ils n'ont donc pas vraiment d'éléments de cours à leur disposition qu'ils peuvent sélectionner et recopier dans leurs fiches. En outre, uniquement quelques rares étudiants insèrent des éléments venant des exercices dans leurs fiches. Ainsi, parmi ceux qui font des fiches, certains se trouvent-ils obligés de tout réécrire, ce qui expliquerait le taux exceptionnel qui s'élève à 46%.

De même, les taux à D2011-2012 semblent particuliers : 46% des étudiants ont recours à la sélection et 42% à la réécriture. Nous attribuons ce dernier taux au cours du professeur qui est très abrégé. Comme nous l'avons déjà noté (cf. chapitre VIII section 3), les étudiants de D2011-2012 sont très nombreux à ajouter des commentaires personnels lors de la prise de notes en classe et à prendre note à partir des commentaires oraux du professeur afin de compléter son cours succinct. Nous pouvons alors penser que leurs fiches rassemblent tous ces éléments afin de produire un cours complet, d'où la nécessité de réécrire les éléments importants plutôt que de les sélectionner. En effet, Adangnikou (2007) attribue le fait que la réécriture du cours dans les fiches est une pratique minoritaire en CPGE contrairement au DEUG au caractère complet et structuré des cours proposés en CPGE dont l'objectif est d'éviter que les élèves perdent leur temps sur des lectures complémentaires aux dépens d'autres travaux plus indispensables. Ceci ne

semble pas être le cas dans cette classe. Nous postulons de plus que ces étudiants ont besoin d'avoir recours à d'autres sources d'informations que le cours de leur professeur pour construire un cours complet, comme nous le verrons dans la suite.

2. Les ressources (pour les révisions d'un devoir surveillé)

Nous considérons maintenant le rôle des ressources "externes" qu'utilisent les étudiants lors des révisions d'un DS. Il s'agit d'une part des ressources provenant du professeur (son cours et ses commentaires sur les DS/DM) et d'autre part des ressources supplémentaires auxquelles ont recours les étudiants (manuels, livres, internet...).

Nous examinons les items suivants (de la catégorie "Quand je révise avant un DS") :

- Le cours du professeur me semble complet et suffisant pour réussir ;
- J'étudie les commentaires du professeur sur mes copies de Devoirs Maison ou Devoirs Surveillés précédents ;
- J'ai recours à d'autres sources d'informations (manuels, ouvrages, livres, photocopiés, ressources internet...) que le cours du professeur.

Le cours du professeur me semble complet et suffisant pour réussir

Globalement

En général, les étudiants sont très majoritaires à considérer souvent ou toujours le cours du professeur complet et suffisant pour réussir un DS.

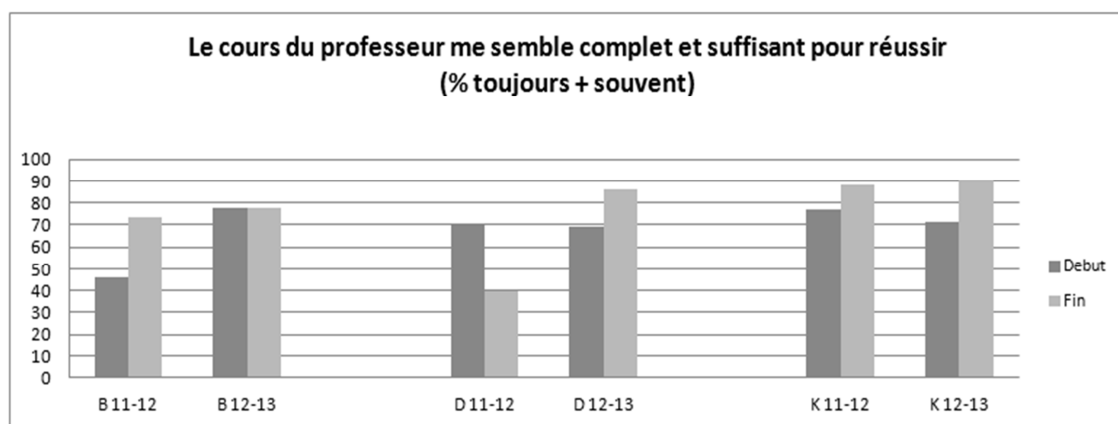


Diagramme en barres 34 : Le cours du professeur me semble complet et suffisant pour réussir

Sur l'ensemble, le taux de ceux qui trouvent souvent ou toujours le cours du professeur complet et suffisant pour réussir est à la hausse entre le début et la fin de l'année préparatoire (les évolutions n'étant toutefois pas statistiquement significatives). Les taux en fin d'année connaissent une homogénéisation par lycée, voire par filière, sachant que

les taux de départ sont différents. Nous notons cependant une exception : à D en 2011-2012, le taux subit une baisse remarquable en cours d'année pour atteindre une valeur nettement plus faible qu'ailleurs en fin d'année.

Pour cet item, nous notons plusieurs dépendances sur l'ensemble en fin d'année préparatoire.

D'abord, il y a une dépendance avec le lycée (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,07$).

	Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)		
Trouver le cours du professeur complet et suffisant pour réussir (souvent ou toujours)	B 76%	D 65%	K 89%

Tableau de dépendance 66 : Trouver le cours du professeur complet et suffisant pour réussir (1)

Nous observons une différence entre les trois lycées, avec des taux très forts à K (89%) et B (76%), mais un taux moyen plus bas à D (65%) en raison du taux exceptionnel en 2011-2012. Cette dépendance résulte donc de l'exception à D en 2011-2012 plutôt que de réelles différences entre les trois lycées.

De plus, il y a une dépendance avec la promotion (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,003$).

	Répartition selon la promotion (pour l'ensemble)	
Trouver le cours du professeur complet et suffisant pour réussir (souvent ou toujours)	2011-2012 : 66%	2012-2013 : 83%

Tableau de dépendance 67 : Trouver le cours du professeur complet et suffisant pour réussir (2)

Le taux moyen en 2011-2012 (66%) est nettement inférieur au taux moyen en 2012-2013 (83%), mais cela est aussi dû au taux exceptionnellement faible de D en 2011-2012, puisque les taux des autres lycées pour chaque promotion se rapprochent. Nous pouvons donc dire qu'il n'y a pas vraiment de différences entre les deux promotions.

Par ailleurs, nous notons un lien entre cet item et le niveau des étudiants pour l'ensemble (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,022$), ainsi que pour les étudiants de voie T* (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,036$), mais nous ne notons rien de particulier pour les S.

	Répartition selon le niveau (pour l'ensemble)			Répartition selon le niveau* (pour les T)		
Trouver le cours du professeur complet et suffisant pour réussir (souvent ou toujours)	b 92%	m 80%	f 69%	b 100%	m 73%	f 69%

Tableau de dépendance 68 : Trouver le cours du professeur complet et suffisant pour réussir (3)

Dans les deux cas, les bons étudiants sont quasi unanimes à souvent ou toujours trouver le cours du professeur complet et suffisant pour réussir (92% sur l'ensemble, 100% en voie T). Les moyens et faibles sont aussi majoritaires à être satisfaits du cours du professeur, mais sont moins nombreux que les bons (80% et 69% respectivement sur l'ensemble).

Cette pratique est aussi dominante en voie S mais sans distinction selon le niveau.

J'étudie les commentaires du professeur sur mes copies de Devoirs Maison ou Devoirs Surveillés précédents

Globalement

Par ailleurs, les étudiants sur l'ensemble sont nombreux à étudier souvent ou toujours les commentaires du professeur sur leurs copies de DM et DS.

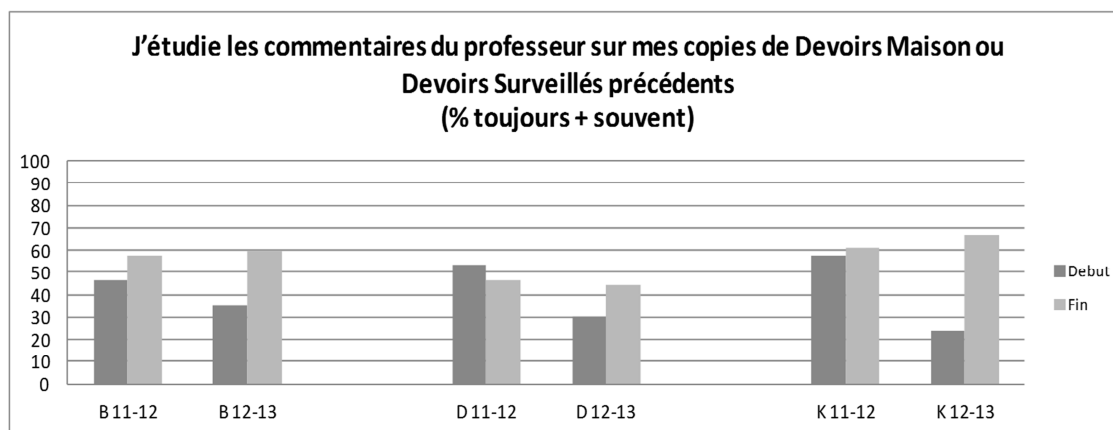


Diagramme en barres 35 : J'étudie les commentaires du professeur sur mes copies de Devoirs Maison ou Devoirs Surveillés précédents

Sur l'ensemble, le taux de ceux qui étudient souvent ou toujours les commentaires du professeur sur leurs copies de DM et DS précédents augmente de façon statistiquement significative (test de McNemar pvalue=0,003) entre le début et la fin de l'année préparatoire. En effet, ce taux est à la hausse partout, sauf à D en 2011-2012 où il subit une légère baisse.

En fin d'année préparatoire, il y a une dépendance de cet item avec le niveau des étudiants pour l'ensemble (test du Khi-deux, pvalue=0,037), ainsi que pour les S (test du Khi-deux, pvalue=0,041).

	Répartition selon le niveau (pour l'ensemble)			Répartition selon le niveau (pour les S)		
	b	m	f	b	m	f
Étudier les commentaires du professeur sur les copies des devoirs précédents (souvent ou toujours)	71%	61%	48%	73%	63%	41%

Tableau de dépendance 69 : Étudier les commentaires du professeur sur les copies des devoirs précédents

En général, pour l'ensemble des étudiants de même que pour les S, cette pratique est majoritaire parmi les bons étudiants (71% sur l'ensemble, 73% en voie S) et très répandue parmi les moyens (61% et 63% respectivement), mais moins parmi les faibles (48% et 41% respectivement).

Par ailleurs, cette pratique semble être globalement assez répandue en voie T pour tous les étudiants, sans distinction de niveau ou d'origine.

J'ai recours à d'autres sources d'informations (manuels, ouvrages, livres, photocopiés, ressources internet...) que le cours du professeur

Globalement

Enfin, le taux d'étudiants qui ont souvent ou toujours recours aux autres sources d'information que le cours du professeur varie d'une classe à l'autre.

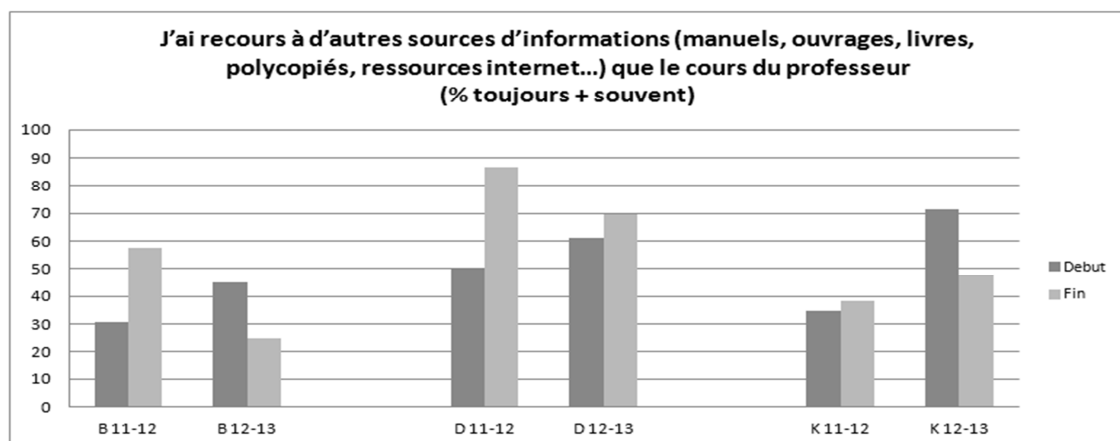


Diagramme en barres 36 : J'ai recours à d'autres sources d'informations (manuels, ouvrages, livres, photocopiés, ressources internet...) que le cours du professeur

Pour cet item, les taux de départ et de fin varient d'une classe à l'autre, de même que le sens des évolutions. Nous ne pouvons donc pas développer de commentaire général, mais nous étudierons le détail par classe dans la suite.

Nous relevons plusieurs dépendances pour cet item sur l'ensemble des étudiants en fin d'année préparatoire, qui permettent d'expliquer en partie les différences signalées.

Il y a d'abord une dépendance avec la voie d'une part (test du Khi-deux, pvalue=0,001) et avec le lycée d'autre part (test du Khi-deux, pvalue=0).

	Répartition selon la voie (pour l'ensemble)		Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)		
	T 38%	S 63%	B 38%	D 77%	K 43%
Avoir recours à d'autres sources d'informations que le cours du professeur (souvent ou toujours)					

Tableau de dépendance 70 : Avoir recours à d'autres sources d'informations que le cours du professeur (1)

Il est clair que la dépendance selon la voie découle d'une dépendance selon le lycée, étant donné que D se différencie pour les deux promotions de B et K qui ont des taux moyens plus proches. Il s'agit donc d'un lycée qui se distingue des deux autres avec un taux nettement plus fort (77%) plutôt que d'une différence au niveau de la voie.

Il y a aussi une dépendance de cet item avec la promotion (test du Khi-deux, pvalue=0,017).

	Répartition selon la promotion (pour l'ensemble)	
	2011-2012 : 62%	2012-2013 : 46%
Avoir recours à d'autres sources d'informations que le cours du professeur (souvent ou toujours)		

Tableau de dépendance 71 : Avoir recours à d'autres sources d'informations que le cours du professeur (2)

Le taux moyen en 2011-2012 (62%) est nettement supérieur à celui de 2012-2013 (46%). Cependant, les taux pour les trois classes n'étant pas homogènes par promotion, ceci est valable pour B et D mais pas pour K. Nous ne pouvons donc pas généraliser à l'ensemble des étudiants par promotion.

Selon le lycée

Par ailleurs, pour chacun des trois items, nous notons une dépendance avec le lycée pour les étudiants de voie S (tests du Khi-deux, pvaleurs indiquées ci-dessous) qui souligne l'opposition entre D et K, ou plutôt l'exception à D.

	Répartition selon le lycée (pour les S)	
Trouver le cours du professeur complet et suffisant pour réussir (souvent ou toujours) pvaleur=0,002	K 89%	D 65%
Étudier les commentaires du professeur sur les copies des devoirs précédents (souvent ou toujours) pvaleur=0,041	K 64%	D 45%
Avoir recours à d'autres sources d'informations que le cours du professeur (souvent ou toujours) pvaleur=0	K 43%	D 77%

Tableau de dépendance 72 : Croisement des trois items concernant les ressources selon le lycée en voie S

Étant donné que D semble se différencier nettement des deux autres lycées pour les trois items, notamment D 2011-2012, nous considérons dans ce qui suit le détail par lycée et par classe.

B et K

Nous pouvons noter que les profils B et K se rapprochent pour les trois items, surtout en comparaison avec celui de D.

Pour ces deux lycées, le taux d'étudiants qui trouvent souvent ou toujours le cours du professeur complet et suffisant pour réussir est très majoritaire, légèrement plus marqué à K qu'à B. Nous notons une seule hausse statistiquement significative de 30% pour B en 2011-2012 (test de McNemar, pvaleur=0,08), partant d'un taux de départ nettement plus faible qu'ailleurs mais atteignant un taux qui se rapproche de celui des autres classes en fin d'année.

Pour l'étude des commentaires du professeur sur les copies de devoirs, le taux moyen atteint 61% en fin d'année, avec de faibles différences entre les quatre classes. Nous notons une hausse remarquable de 43% à K en 2012-2013 (hausse statistiquement significative, test de McNemar, pvaleur=0,011) et à B pour les deux promotions regroupées (test de McNemar, pvaleur=0,031).

Pour le troisième item, nous notons un manque de cohérence au niveau des réponses des quatre classes. Les taux des deux promotions à K sont relativement proches (39% et 47%), mais ceux de B s'opposent (58% et 24%). Ainsi, il n'est pas possible de faire un

commentaire global concernant les deux lycées, à part souligner l'opposition avec les taux exceptionnels de D pour les deux promotions (88% et 70%).

D

Nous considérons ensuite le cas exceptionnel de D.

Pour la promotion 2011-2012, ce lycée se distingue des autres classes par les seules baisses du taux des deux premiers items. Nous notons d'abord une baisse statistiquement significative d'environ 30% du taux de ceux qui trouvent souvent ou toujours le cours de leur professeur complet et suffisant pour réussir (test de Mc Nemar, $p\text{valeur}=0,02$) pour atteindre 40% en fin d'année. Ensuite, nous observons une baisse moins marquée d'environ 10% du taux de ceux qui étudient souvent ou toujours les commentaires de leur professeur sur les devoirs précédents. De plus, nous notons une évolution statistiquement significative (test de McNemar, $p\text{valeur}=0,003$) pour le troisième item : une hausse de 40% entre le début et la fin de l'année préparatoire du taux de ceux qui ont recours à d'autres sources d'informations que le cours du professeur, avec un taux de départ déjà nettement supérieur à ceux de B et K et un taux final de 88%.

Quant à la promotion 2012-2013, si le taux du premier item en fin d'année s'homogénéise avec celui des autres lycées, les taux des deux autres items se différencient nettement. Ainsi, 86% des étudiants de cette classe trouvent souvent ou toujours le cours du professeur complet et suffisant pour réussir. Cependant, le taux du deuxième item (étude des commentaires du professeur sur les devoirs), qui augmente par rapport à la terminale, reste nettement inférieur à celui des deux autres lycées en fin d'année. De plus, le taux du troisième item (autres sources d'informations) augmente et dépasse largement celui des deux autres lycées.

Liens entre les items concernant les ressources du professeur

Nous avons croisé les trois items concernant les ressources avant un DS deux à deux afin de chercher d'éventuelles dépendances pour l'ensemble des étudiants en fin d'année préparatoire (tests du Khi-deux, $p\text{valeurs}$ indiquées ci-dessous).

pvaleur=0,14		Étudier les commentaires du professeur sur les copies des devoirs précédents		Total
		jamais ou parfois	souvent ou toujours	
Trouver le cours du professeur complet et suffisant pour réussir	jamais ou parfois	26	18	44
	souvent ou toujours	54	81	135
Total		80	99	179

Tableau de dépendance 73 : Croisement des items Le cours du professeur me semble complet et suffisant pour réussir et J'étudie les commentaires du professeur sur mes copies de Devoirs Maison ou Devoirs Surveillés précédents

Pour ce premier croisement, la plus grande proportion (45% de l'ensemble) est celle des étudiants qui répondent souvent ou toujours aux deux items. Parmi les étudiants qui trouvent souvent ou toujours le cours du professeur complet et suffisant pour la réussite, 60% étudient aussi souvent ou toujours ses commentaires sur leurs devoirs précédents. A contrario, parmi les étudiants qui ne sont pas ou peu satisfaits (jamais ou parfois) du cours du professeur (moins du quart de l'ensemble), 59% n'étudient pas ou peu ses commentaires sur leurs devoirs précédents.

pvaleur=0		Avoir recours à d'autres sources d'informations que le cours du professeur		Total
		jamais ou parfois	souvent ou toujours	
Trouver le cours du professeur complet et suffisant pour réussir	jamais ou parfois	10	34	44
	souvent ou toujours	73	62	135
Total		83	96	179

Tableau de dépendance 74 : Croisement des items Le cours du professeur me semble complet et suffisant pour réussir et J'ai recours à d'autres sources d'informations (manuels, ouvrages, livres, photocopiés, ressources internet...) que le cours du professeur

Pour ce deuxième croisement, parmi les étudiants qui trouvent souvent ou toujours le cours du professeur complet et suffisant pour la réussite, il y a plus d'étudiants qui n'ont pas recours à d'autres sources d'informations (54% de l'ensemble) que d'étudiants qui ont souvent ou toujours recours à d'autres sources d'informations (46% de l'ensemble). Parmi ces derniers, 47% sont des étudiants de D, dont 69% sont de la promotion 2012-2013. En outre, parmi les étudiants qui ne sont pas ou peu satisfaits (jamais ou parfois) du cours du professeur, 77% ont souvent ou toujours recours à d'autres sources d'informations.

À partir de ces deux croisements, nous pouvons affirmer que lorsque les étudiants sont satisfaits du cours de leurs professeurs, ils ont tendance à moins avoir recours à d'autres sources d'informations. De plus, dans ce cas, ils sont plus nombreux à étudier ses commentaires sur leurs devoirs. Le contraire est aussi vrai, dans le cas où les étudiants ne sont pas satisfaits du cours de leur professeur. Toutefois, il faut préciser que trouver le cours du professeur complet n'empêche pas les étudiants d'aller chercher des ressources complémentaires, cela ne les encourage pas non plus à étudier ses commentaires sur leurs devoirs.

Interprétations et conjectures

Afin de tenter d'expliquer les taux de réponses à ces items ainsi que les différences qui existent entre les lycées ou même les classes, nous nous basons sur les informations obtenues à travers nos divers échanges avec les étudiants et les professeurs concernant le cours de chaque professeur et les ressources utilisés par les étudiants.

Le cours du professeur

La tendance globale en cours de première année de classe préparatoire semble être que plus d'étudiants sont amenés à apprécier le cours du professeur. En effet, quelque soit le taux de départ en début d'année, les taux d'étudiants qui trouvent souvent ou toujours complet et suffisant pour réussir lors des révisions d'un DS sont à la hausse partout (ou restent stables), sauf à D 2011-2012 où le taux subit une chute, avec plus de 90% des bons étudiants qui répondent souvent ou toujours. Ce résultat converge avec celui de Daverne et Dutercq (2013) qui trouvent que 90% des bons élèves sont satisfaits des contenus des cours de leurs professeurs (cependant il ne s'agit pas uniquement des mathématiques). Nous avons déjà dressé un descriptif du déroulement du cours de chaque professeur (cf. chapitre VIII section 1). Nous rappelons que pour les professeurs L.D., Z.H. et H.C., le cours est fait soit à partir d'un polycopié à trous contenant l'essentiel et complété en classe au fur et à mesure de l'avancement du cours, soit à partir d'un polycopié complet très dense qui vise à alléger la prise de note afin de maximiser l'attention des étudiants et le temps d'explication, ou encore il s'agit d'un cours entièrement rédigé au tableau et copié par les étudiants. Quoiqu'il en soit, les étudiants semblent être satisfaits du cours de leur professeur. Lors de l'entretien, un étudiant de K décrit le cours de L.D. comme suit : « *la leçon, on sent que ça vient presque d'un livre, que c'est vraiment la même mise en page, les mêmes explications, il y a toujours les exercices types qui ont un rapport avec la propriété juste avant, donc je pense que ça fait un peu une leçon en cours et c'est comme si ça provient de leçon en livre* ».

Concernant le cours de F.M., malgré le peu d'informations que nous avons obtenues le concernant, nous savons qu'il distribue un polycopié très abrégé qui donne le plan du

cours et qu'il le complète ensuite en classe oralement ou au tableau par des démonstrations et des exemples. Le taux d'étudiants de cette classe qui disent trouver souvent ou toujours le cours du professeur complet et suffisant pour réussir est très faible (40%), surtout en comparaison avec les taux des autres classes. Nous y voyons une confirmation des analyses développées dans le chapitre VIII : le cours de M.F., très abrégé, pose problème aux étudiants.

Les commentaires des professeurs sur les devoirs

En ce qui concerne l'étude des commentaires du professeur sur les copies de DS ou DM précédents, nous notons que la tendance globale en cours de première année préparatoire est une hausse du taux de ceux qui disent le faire souvent ou toujours. En dépit des différents taux de départ, nous observons une homogénéisation entre B et K pour les deux promotions, avec un taux en fin d'année autour de 60%. D se démarque des deux autres lycées par des taux nettement inférieurs en fin d'année pour les deux promotions, ainsi que par une baisse exceptionnelle en 2011-2012. Afin d'expliquer les situations respectives des lycées, nous cherchons du côté des professeurs des dispositifs ou conseils qui encourageraient (ou pas) les étudiants à étudier leurs commentaires sur les devoirs.

Pour K, nous pensons qu'il est possible d'attribuer les taux de réponse des étudiants au dispositif particulier des "interrogations sur la correction des DS" que met en place L.D. (évoqué chapitre VII p.243). Il s'agit d'une interrogation de 30 minutes qui a lieu dans la semaine qui suit chaque DS (le jeudi) dans le but de pousser les étudiants à *« corriger à moins d'une semaine d'intervalle les bêtises dans leur esprit »*. Le principe de ces interrogations est que les étudiants doivent refaire deux ou trois questions qu'ils n'ont pas ou qu'ils ont mal réussi lors du DS, avec éventuellement une petite modification *« pour éviter l'effet mémoire par cœur »*. Les questions sont choisies par L.D. en fonction du niveau de chacun, de sa note au DS, des fautes commises et de son avancée sur le sujet du DS : *« ils savent toujours que c'est un objectif à leur portée. [...] Je ne lui pose pas la dernière question s'il n'a fait que la première. [...] S'ils étaient près de réussir un passage typique, je vais viser en priorité de leur reposer ça »*. En sortant de l'épreuve du DS le samedi, les étudiants ont la correction, ensuite L.D. reprend certaines explications et corrections le lundi en classe et il leur rend leurs copies le mardi, tout cela avant l'interrogation du jeudi. De plus, il met à la disposition des étudiants pour chaque devoir *« une feuille avec le détail des points par partie des problèmes et la note finale, qu'ils peuvent consulter s'ils veulent dans la classe »*. L.D. nous confie que *« les interrogations qu'ils adorent, c'est les interrogations sur la correction du DS »* et qu'il aurait aimé voir un taux de 100% pour cet item *« parce que pour [lui] c'est comme ça qu'ils arrivent à progresser »*.

Pour B, H.C. ne semble pas avoir de dispositif spécifique qui pousserait les étudiants à reprendre leurs copies de DS et DM afin d'étudier ses commentaires. Cependant, les taux de réponses de ses étudiants pour les deux promotions se rapprochent de ceux de K. Malheureusement, nous n'avons obtenu aucune information venant de H.C. qui permette d'expliquer ces taux. Ainsi, nous considérons qu'un taux autour de 60% est un taux "normal" et nous cherchons plutôt à expliquer l'exception à D pour chaque promotion à part, sachant qu'il ne s'agit pas du même professeur pour les deux années. Concernant la promotion 2011-2012, F.M. nous dit qu'il écrit des *« commentaires encourageants sur les copies relevant ce qui a été bien fait et donnant des suggestions pour apprendre de ses erreurs »*. Nous n'en savons pas plus, mais il semble que les étudiants n'apprécient pas vraiment ces commentaires puisqu'il y sont moins nombreux en fin d'année qu'en début d'année à les étudier lors des révisions d'un DS.

Pour D, Z.H. nous dit qu'il ne met pas de commentaires généraux sur les copies des étudiants, *« genre faut travailler plus »*, mais écrit plutôt des choses *« techniques et ponctuelles »* systématiquement sur chaque copie à chaque endroit : *« je leur dis à tel endroit où ils ont fait une erreur, là vous faites une confusion entre ça et ça, je leur écris »*. Cependant, il trouve qu'ils ne reviennent pas suffisamment sur ses commentaires : *« ce qui est pas normal, c'est que j'ai très peu de retours de personnes qui viennent me voir en me disant par exemple là à tel endroit vous m'avez dit que c'était pas bon je ne comprends pas pourquoi. Je devrais, vu la compréhension et vu la façon dont les erreurs se répètent, c'est normal ça se répète, il y a quelquefois où le taux de répétition est assez phénoménal. C'est la preuve qu'ils ne le font pas »*. Z.H. ne répète pas régulièrement à ses étudiants de revenir sur les DS et DM : *« je ne le dis pas assez effectivement, je ne le dis pas, je dois le dire une fois ou deux peut-être, mais ça vaut le coup de le dire plus. »*. Toutefois, à la suite d'un DS, n'ayant pas le temps de revoir les détails de la correction avec eux, il prend le temps de relever les erreurs communes et des notions qui ont posé difficulté à l'ensemble des étudiants. De plus, il leur donne la correction du DS et les incite à comparer leurs copies avec la correction : *« je leur dis quand même vous avez la correction, vous avez ce que vous avez fait, comparez les deux. Je répète encore la même chose que pour le cours. Qu'est-ce que j'ai réussi, qu'est-ce que j'ai pas réussi, pourquoi j'ai réussi, pourquoi j'ai pas réussi. »*. Malgré cela, le taux de réponses de ses étudiants à cet item ne le choque pas *« c'est là qu'à mon avis peu le font, mais il y en a qui le font quand même, qui utilisent vraiment les corrections, et beaucoup ont aussi la flemme tout simplement. »*.

Ainsi, il n'est pas facile d'expliquer les différences entre les classes pour cet item, puisque cela semble dépendre en partie du professeur, de ses conseils et ses dispositifs, mais aussi des étudiants et leur volonté d'en profiter. Toutefois, la baisse du taux à D en 2011-2012 nous intrigue.

Les ressources complémentaires

Enfin, nous considérons le troisième item concernant le recours à d'autres sources d'informations que le cours du professeur. Pour cet item, les taux et les évolutions ne présentent aucune cohérence parmi les classes, hormis le fait que les étudiants de D sont nettement plus nombreux qu'ailleurs à répondre souvent ou toujours, surtout en 2011-2012. Concernant B, H.C. nous dit qu'il encourage ses étudiants à tout faire, à aller chercher sur internet, aller chercher des annales, voire il leur dit même qu'« *ils ont aussi une autorisation globale et illimitée à [lui] rendre n'importe quoi sur n'importe quoi n'importe quand* », qu'il est prêt à leur faire un retour et à leur corriger tout travail supplémentaire. Il nous explique qu'il se permet de faire cela parce « *qu'ils n'en abusent absolument pas. C'est très rare qu'ils [lui] demandent. [...] Ils ont pas assez l'habitude de toute façon* ». Ainsi, selon lui, ses étudiants ne semblent pas vraiment chercher des ressources en plus de celles qu'il met à leur disposition. Globalement, n'ayant pas plus d'éléments d'information, nous pouvons attribuer l'opposition entre les deux promotions aux différences concernant l'attitude et le niveau des étudiants, maintes fois vues dans ce qui précède.

Les taux à K sont plutôt moyens, celui de la promotion 2012-2013 est légèrement plus fort, mais ils restent nettement plus faibles que ceux de D. L.D. insiste sur le fait qu'il n'encourage pas ses étudiants à chercher ailleurs parce qu'il pense qu'ils ne travaillent pas assez déjà : « *plutôt même je freine, parce que comme ils en font pas beaucoup, j'aimerais autant qu'ils révisent le DS qu'on a déjà fait, ou qu'ils repartent d'erreurs déjà commises. Parce que j'ai peur que ce soit toujours cet esprit de vouloir survoler des choses et de ne pas les approfondir. Voilà donc je n'encourage pas vraiment.* ». La position de L.D. fait écho à ce que Millet (2003) note quant à l'organisation des études en médecine, où aucune investigation ou documentation personnelle n'est requise de la part des étudiants, ces pratiques étant même déconseillées, en opposition avec la sociologie (cf. chapitre II section 3). De même, selon Boyer et Coridian (2002), contrairement aux professeurs en droit et histoire, les professeurs de sciences en DEUG trouvent que « *les photocopies ou les plans de cours, les feuilles ou les recueils d'exercices de T.D. et de T.P. constituent, avec les notes de cours retravaillées, l'essentiel des outils dont les étudiants ont besoin. [Ils] estiment souvent que si les étudiants de première année fournissent un travail intense sur l'ensemble de ce qui est leur dispensé et proposé en enseignement, l'utilisation d'autres outils – manuels et ouvrages divers – n'est pas strictement indispensable* » (p.5). Toutefois, L.D. explique qu'il encouragerait éventuellement un élève « *travailleur qui vise plus haut* » à faire du travail en plus, comme par exemple utiliser des livres d'exercices supplémentaires qu'il trouve bien, mais pas internet : « *internet je ne connais pas, je ne les envoie jamais sur internet* ». Les étudiants de L.D. nous confirment que ce qu'il leur donne est suffisant et qu'ils n'ont pas le temps d'aller chercher ailleurs même s'ils le voulaient : « *c'est qu'en plus, les*

problèmes de colles qu'il nous donne sont très complets et les démonstrations qu'il nous donne aussi sont très très, elles sont pas mal longues à apprendre et à comprendre, et sinon même quand il nous donne les exos par courriel, ça prend quand même pas mal de temps, ce sont des exos la plupart du temps plus durs que ceux vraiment qu'il nous donne en cours. » ; « *Tout le monde a pris l'habitude de consulter les choses qu'il envoie [par mail] surtout quand on va aux colles là direct on sait que... et puis même quand il dit entraînement, feuille d'entraînement pour polynômes ou un truc comme ça, on consulte* ». En effet, comme nous l'avons déjà souligné à plusieurs reprises (cf. chapitres IX, X, XI), L.D. fait beaucoup d'effort officiellement pour développer toutes les ressources de cours et d'exercices qu'il fournit aux étudiants.

Le taux d'étudiants à D en 2011-2012 qui disent souvent ou toujours avoir recours aux autres sources d'informations que le cours de leur professeur est extrêmement élevé. Un certain nombre d'éléments à travers nos analyses nous amène à penser que les étudiants considèrent comme incomplets les différents apports de leur professeur, nécessitant donc des compléments : discussions entre deux cours avec les autres étudiants, prise de notes, constitution des fiches par réécriture personnelle... Il semble donc que la situation de D 2011-2012 s'oppose à celle de K où, pour les deux promotions, le couple classe/professeur reflète une autosuffisance vis-à-vis des ressources provenant de ce dernier. Nous pouvons donc affirmer que ce qui se passe dans cette classe la différencie visiblement des autres, sans cependant avoir suffisamment de données pour interpréter cette différence.

La situation à D semble très différente en 2012-2013 avec l'arrivée du nouveau professeur. En effet, le cours de ce dernier est apprécié par la grande majorité de la classe, de même que le taux d'étudiants qui étudient ses commentaires sur leurs devoirs connaît une évolution positive au cours de l'année. Toutefois, nous notons un taux assez fort pour les étudiants qui ont souvent ou toujours recours à d'autres sources d'informations que celle du professeur. Nous nous posons alors les questions suivantes : est-ce le professeur qui les encourage à aller chercher ailleurs ou est-ce que ce sont plutôt les étudiants qui ont besoin de le faire ? Dans le second cas, quelle en serait la cause, puisqu'ils semblent apprécier le cours de leur professeur ? Cherchent-ils plutôt des exercices complémentaires que des ressources de cours ? Est-ce que Z.H. tombe dans l'excès inverse avec un cours "trop complet" ? S'agit-il d'un manque de confiance de la part des étudiants vis-à-vis des ressources du professeur ? Est-ce une façon de faire qui est transmise entre les étudiants d'année en année ? Rappelons toutefois que nous trouvons aussi dans les autres lycées des étudiants qui trouvent le cours de leur professeur complet mais cherchent quand même ailleurs.

Nous avons cherché des réponses auprès de Z.H. qui nous a clairement dit qu'il n'encourage pas du tout les étudiants à chercher des ressources supplémentaires puisque *« c'est pas la peine de les encourager, ils le font tout seuls c'est assez extraordinaire »*. Il nous a alors proposé deux explications. D'une part, il détecte un grand besoin de la part des étudiants d'avoir un livre de référence en plus du cours du professeur, notamment pour les corrections des exercices plutôt que pour le cours en soi (résultat que nous retrouvons dans le chapitre suivant) : *« au début de l'année, ils viennent tous me voir pour me dire quel livre on achète. Je leur dis vous n'êtes pas obligés d'acheter, première chose, vous n'avez pas de livre à acheter, après si vous voulez vraiment, vous voyez celui-là ou celui-là qui sont pas mal, mais à la limite, on s'en fiche un peu. Vous aurez entre ce que je vais vous donner le cours, les TD, les DM, les DS à revoir après parce que je leur donne les corrections de DS à chaque fois, ne vous inquiétez pas vous avez de quoi faire, et ça sera largement suffisant si vous arrivez à faire ça, c'est déjà bien. Et malgré tout, j'ai beau leur dire, je leur répète plusieurs fois, il y en a qui continuent à aller chercher dans les livres. [...] Je leur dis attention il y a des trucs des fois ça part dans tous les sens, parce qu'en fait le livre auquel ils font référence a quelques fois des fautes de frappe, localement c'est pas grave mais vu leur niveau quelques fois la moindre [erreur], ils vont pas les déceler ça c'est sûr, ils comprendront pas ce qui se passe. Donc je les ai prévenus attention à celui-là, il y a des risques, mais ils y vont. [...] Ils ont manifestement besoin d'aller chercher ailleurs, comme si le livre avait quelque chose de magique. [...] Ils ont besoin du livre à côté au point même de négliger mes feuilles de TD. Et du coup forcément ils arrivent en TD sans avoir fait les exercices, et pourquoi ? Parce qu'ils n'ont pas tout de suite la correction, alors que le livre, il y a la correction derrière. »*. Comme L.D., Z.H. explique aux étudiants qu'ils ont déjà tout le nécessaire et qu'ils n'ont pas besoin de se ressourcer ailleurs mais qu'ils devraient plutôt effectuer le travail qu'il leur donne, rejoignant ainsi ce que dit Millet (2003) pour la médecine et Boyer et Coridian (2002) pour les sciences. Lors de l'entretien, une étudiante de D mentionne ce *« gros bouquin rouge »* que quelques uns de ses camarades ont acheté mais qu'elle trouve cher et pas vraiment utile : *« qu'il y a une fille de mon groupe qui s'appelle Marie qui utilise ce livre et pourtant elle n'a pas des bons résultats, même pas de bonnes notes en cours en maths je ne sais pas elle a cinq peut-être six de moyenne je ne suis même pas sûre, et pourtant elle s'entraîne beaucoup elle travaille beaucoup »*. Selon elle, ce que Z.H. leur donne est suffisant : *« c'est déjà beaucoup et pourtant j'ai l'impression de pas travailler assez. On a beau travailler beaucoup, on a toujours l'impression, en tout cas moi, j'ai l'impression de jamais travailler assez »*.

D'autre part, Z.H. évoque la confiance : *« Je pense que c'est une histoire de confiance [...] Peut-être c'est des réflexes, peut-être c'est mon âge aussi, peut-être qu'ils trouvent que je suis trop jeune, ça peut jouer des trucs bêtes comme ça, je ne sais pas. [...] c'est un manque de confiance en eux je pense qui transparait sur un manque de confiance en*

moi ». Ainsi, le besoin d'un livre pourrait être une conséquence du manque de confiance vis-à-vis du professeur et de ses ressources. Nous pensons que ce manque de confiance découlerait en partie du jeune âge de Z.H. et du fait qu'il soit débutant dans ce lycée, mais sans doute aussi des conseils transmis par la promotion précédente (2011-2012) aux étudiants de Z.H. autour de ce qu'il faut faire pour réussir. Ainsi, Z.H. évoque plusieurs exemples de situations concernant des étudiants qui vont chercher ailleurs par manque de confiance en ce qu'il leur donne. Il s'agit souvent de bons étudiants. Nous retenons les deux exemples suivants qui illustrent bien ce qu'il dit et qui montrent que les étudiants recherchent plutôt des exercices en plus que des ressources pour compléter le cours du professeur qu'ils apprécient majoritairement :

« J'ai une élève qui est plus forte, qui va aller chercher, qui va faire les DM et les exercices de TD d'Henri IV et de Louis Legrand⁹⁴, sans même aller lire les exercices que je lui propose qui sont plus durs. Et ça c'est la psychologie qui est dure à gérer parce que c'est de l'individuel quoi, il y a des glissements qui s'effectuent, ils ont besoin, certains ont besoin d'un livre, certains ont besoin d'avoir une autre source, ils en ont besoin tant mieux. La fille en question qui fait les exos d'Henri IV, je ne vais pas l'empêcher c'est très bien elle s'entraîne. Elle pourrait faire plus encore en faisant sa feuille de TD pour progresser, elle le fait pas, c'est pas grave elle bosse, c'est ça ce qui compte, je m'en fiche ».

« Il se trouve qu'il y a un exercice que j'ai piqué moi dans un de ces livres dont ils se servent que j'ai mis dans un TD. Je l'ai pris tel quel parce qu'il était bien, il était bien choisi par le livre je trouve, donc je l'ai repris. Et j'ai une élève, je leur ai envoyé une correction, j'ai pas eu le temps de le faire en classe, il était dans la feuille de TD, j'avais fait d'autres exercices, et j'avais envoyé par mail une correction détaillée de toute la feuille y compris cet exercice-là. Une semaine après, j'ai une élève qui vient me voir, qui m'amène le bouquin en question, qui me dit j'ai essayé de faire cet exercice-là et je ne comprends pas comment ils font à telle question. Elle n'avait pas même vu qu'il était dans la feuille de TD et elle n'avait pas vu que je l'avais corrigé. Donc elle était tellement loin, et si tu veux, elle est superbe, bosseuse, c'est une élève qui bosse beaucoup, et elle n'avait même pas lu en entier ma feuille de TD avant de se jeter sur son livre d'exercices ».

3. Synthèse

Pour les fiches personnelles que se constituent les étudiants à partir du cours et/ou des exercices, nous notons que globalement moins de la moitié des étudiants font des fiches souvent ou toujours, qu'ils sont nettement moins nombreux à insérer dans ces fiches des éléments venant des exercices. Nous postulons qu'il est plus difficile pour les étudiants de synthétiser des éléments importants à partir des exercices que de repérer des éléments

⁹⁴ Il s'agit des meilleures prépas parisiennes.

de cours à retenir, ce qui explique la différence entre les deux items. De plus, ces pratiques ne sont pas particulièrement encouragées par les professeurs, hormis L.D. qui incite les étudiants à « *ficher* » les questions classiques rencontrées dans les exercices afin de s'en servir pour leurs révisions.

Ces fiches sont le plus souvent constituées par sélection d'éléments qui semblent importants aux étudiants et qui sont recopiés. Ensuite, certains étudiants préfèrent plutôt réécrire ce qui leur semble important à retenir. Ces deux modes de constitution des fiches sont les plus utilisés par les faibles et moyens. Par ailleurs, très peu d'étudiants procèdent à une réorganisation synthétique d'éléments, mode qui semble peu accessible pour les étudiants hormis quelques bons, nécessitant un certain niveau de compréhension.

Nous considérons ensuite les ressources "externes" auxquelles ont recours les étudiants pour préparer un DS. Globalement, en cours de première année de prépa, les étudiants en viennent à apprécier plus qu'en Terminale le cours de leur professeur, le considérant comme la ressource principale, complète et suffisante, pour leur réussite aux DS. De plus, ils sont plus nombreux qu'en Terminale à étudier ses commentaires sur leurs devoirs précédents. Il semble donc qu'en cours d'année préparatoire, les étudiants deviennent plus nombreux à accorder de l'importance à toute forme de ressource leur parvenant du professeur, surtout les bons étudiants, ayant par conséquent relativement peu recours à d'autres sources d'informations. Ceci met en valeur le rôle du professeur tel que le perçoivent les étudiants et reflète une confiance croissante de leur part. Toutefois, nous notons une situation particulière à D 2011-2012 où les étudiants ne semblent pas être totalement satisfaits du cours de leur professeur.

CHAPITRE XII : LES RÉVISIONS AVANT UN DEVOIR SURVEILLÉ

Nous avons déjà analysé comment les étudiants s'organisent (en terme de temps) pour les révisions d'un DS et quelles ressources ils utilisent. Dans ce qui suit, nous nous intéressons à la préparation effective d'un DS : la façon de travailler des étudiants, notamment pour l'étude du cours, et le travail effectué autour des exercices.

1. Descriptif des devoirs surveillés par lycée

Afin de pouvoir comprendre le travail que les étudiants effectuent pour les révisions d'un DS, nous devons d'abord établir un descriptif de ces épreuves. Nous avons déjà évoqué à plusieurs reprises certains éléments concernant les DS, nous dressons maintenant un descriptif récapitulatif de ces épreuves par lycée.

Descriptif des DS à B

À B, les DS sont des épreuves de deux heures qui ont lieu le samedi mais uniquement deux à trois fois par an. En effet, comme nous l'explique H.C., les professeurs des différentes disciplines se disputent les créneaux des épreuves du samedi, sachant que de toute façon il préfère les interrogations courtes en classe aux épreuves de DS. Il s'agit usuellement d'exercices extraits de sujets de concours ou ressemblant aux exercices type-concours qui portent sur deux ou trois chapitres à la fois. Ces épreuves ne comportent pas de démonstrations de cours, « *jamais de la vie* » le confirme H.C. mais des exercices dont l'objectif est de bien rédiger et non juste d'obtenir les résultats par les calculs : « *j'attends de vraies rédactions nickel et tout* ». Selon les étudiants, le programme d'un DS n'est pas très lourd à préparer, au point que, dans certains cas, le professeur leur donne « *des exercices spéciaux et pas une vraie épreuve, parce qu'on n'a pas encore fait assez de trucs* ».

Descriptif des DS à D

À D, les DS sont plus fréquents, ils ont lieu au rythme moyen d'un par mois, le samedi et durent quatre heures. Il s'agit d'épreuves type-concours qui portent sur le dernier chapitre traité en classe, soit un thème à la fois sauf exception. Le premier objectif pour Z.H. est de tester la bonne connaissance du cours et des exemples : « *je pose souvent des questions de cours en DS pour essayer de sauver ceux qui sont en difficulté, mais vraiment des trucs basiques. [... il faut] être capable d'appliquer les énoncés du cours en rédigeant correctement, ça veut dire en mettant les bonnes hypothèses, et les bonnes conclusions, pas tout mélanger. Et souvent à l'usage je ne demande pas beaucoup plus que ça, plus que les exercices type* ». De plus, ces épreuves ne comportent pas de

démonstrations de cours en soi, mais les exercices nécessitent que les étudiants sachent utiliser les techniques vues en cours à travers certaines démonstrations : « *après [les questions de cours] il y a des exercices mais qui reprennent les techniques* ».

Descriptif des DS à K

À K, comme à D, les DS sont des épreuves de quatre heures qui ont lieu un samedi toutes les quatre à cinq semaines. Il s'agit aussi de sujets type-concours qui portent sur le dernier chapitre traité en classe. L.D. insiste sur l'importance de bien préciser aux étudiants toutes les notions requises pour le DS : « *je ne leur dis jamais plus large que ce que je pose ni plus restreint. Enfin, je leur dis précisément [...] si ça nécessite un chapitre qui était longtemps avant, je leur dis qu'il faut le réviser parce que je ne veux pas les prendre au dépourvu* ». Ces épreuves ne comportent pas de restitutions de cours (propriétés ou de démonstrations), il s'agit surtout d'application de formules et de théorèmes dont il faut bien connaître les conditions d'application. Selon L.D., ceci leur confère un aspect assez calculatoire aux yeux des étudiants et moins démonstratif. De plus, il tient à préciser que les étudiants sont « *guidés sur des rails* » à travers les exercices, on ne leur demande pas vraiment de « *deviner des résultats, de conjecturer* ».

2. La façon de travailler

Nous nous intéressons d'abord à la façon de travailler des étudiants pour les révisions d'un DS.

Nous considérons les items suivants (de la catégorie "Quand je révise avant un DS") :

- Je travaille seulement les exercices sans revenir sur le cours ;
- Je commence d'abord par étudier ce qui était le plus difficile dans le cours ;
- Je vérifie que je connais les formules et leurs conditions d'application (connaître les formules) ;
- Je vérifie que je connais par cœur les définitions et théorèmes ;
- Je lis les démonstrations et j'essaie de bien les comprendre ;
- J'essaie de refaire les démonstrations ;
- J'essaie de dégager des idées (exemples, méthodes et astuces) à retenir.

Pour ces items, il s'agit en particulier de la façon de travailler le cours pour les révisions d'un DS, même si ce n'est pas explicitement précisé dans le titre "la façon de travailler". Le seul item relativement "vague" qui peut recouvrir le cours ainsi que les exercices est le dernier que nous aborderons à la fin.

Je travaille seulement les exercices sans revenir sur le cours

Globalement

Les étudiants qui travaillent seulement les exercices sans revenir sur le cours souvent ou toujours pour la préparation d'un DS sont très rares partout.

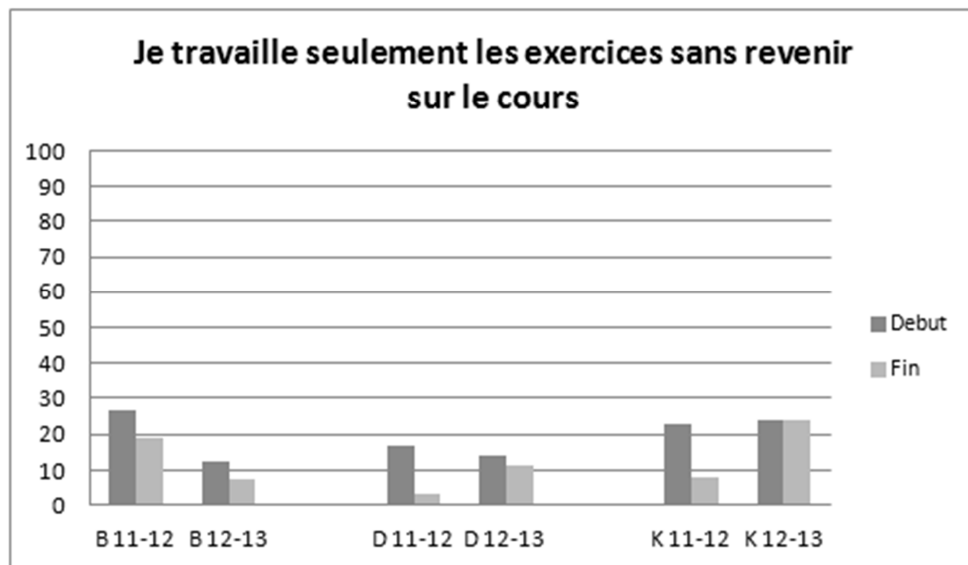


Diagramme en barres 37 : Je travaille seulement les exercices sans revenir sur le cours

Le taux moyen est inférieur à 12% en fin de première année de prépa, il a subi une baisse significative pour l'ensemble de la promotion par rapport à la Terminale (test de McNemar, p-valeur=0,049), sachant qu'il était initialement faible (environ 20%). Nous notons une valeur exceptionnelle à K en 2012-2013 où le taux reste stable en cours d'année à 24%.

Par ailleurs, nous ne notons aucune dépendance pour cet item, ce qui indique l'absence de liens avec la voie et le niveau.

Je commence d'abord par étudier ce qui était le plus difficile dans le cours

Globalement

Les étudiants qui commencent souvent ou toujours par étudier ce qui était le plus difficile dans le cours pour la préparation d'un DS sont relativement peu nombreux.

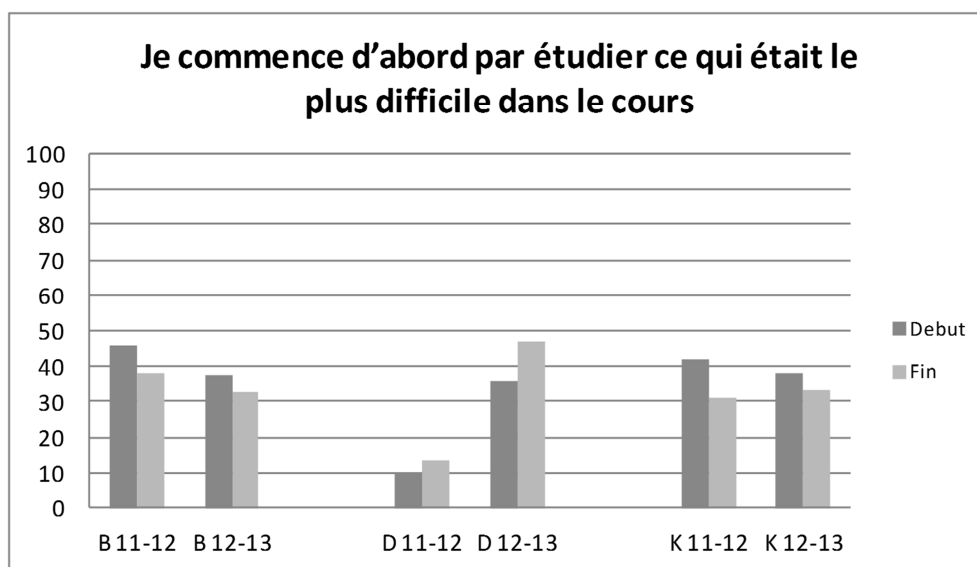


Diagramme en barres 38 : Je commence d'abord par étudier ce qui était le plus difficile dans le cours

Nous notons qu'à B comme à K, en fin d'année, près d'un tiers des étudiants commencent souvent ou toujours par étudier ce qui était le plus difficile dans le cours. Pour les deux lycées et les deux promotions, les taux en fin d'année sont proches et ont subi une légère baisse par rapport à la Terminale. À D, nous observons une opposition très marquée entre les deux classes : en 2011-2012, le taux est de 13% alors qu'il atteint 47% en 2012-2013. Dans les deux cas, la hausse par rapport à la Terminale n'est pas significative.

Pour cette pratique, les seules dépendances concernent la voie T. Nous notons une dépendance avec le lycée d'origine (test du Khi-deux, pvalue=0,001) et avec le niveau* (test du Khi-deux, pvalue=0,019).

Commencer d'abord par étudier ce qui était le plus difficile (souvent ou toujours)	Répartition selon le lycée d'origine (pour les T)		Répartition selon le niveau* (pour les T)		
	Maroc 62%	France 23%	b 62%	m 45%	f 24%

Tableau de dépendance 75 : Commencer d'abord par étudier ce qui était le plus difficile

Pour les étudiants de voie T, cette pratique est surtout répandue parmi les marocains (62%), ou encore parmi les bons étudiants (62%), ensuite les moyens (45%).

Je vérifie que je connais les formules et leurs conditions d'application ; Je vérifie que je connais par cœur les définitions et théorèmes

Globalement

Les étudiants sont majoritaires à souvent ou toujours vérifier qu'ils connaissent (par cœur) les différents éléments du cours (hors démonstrations) pour la préparation d'un DS.

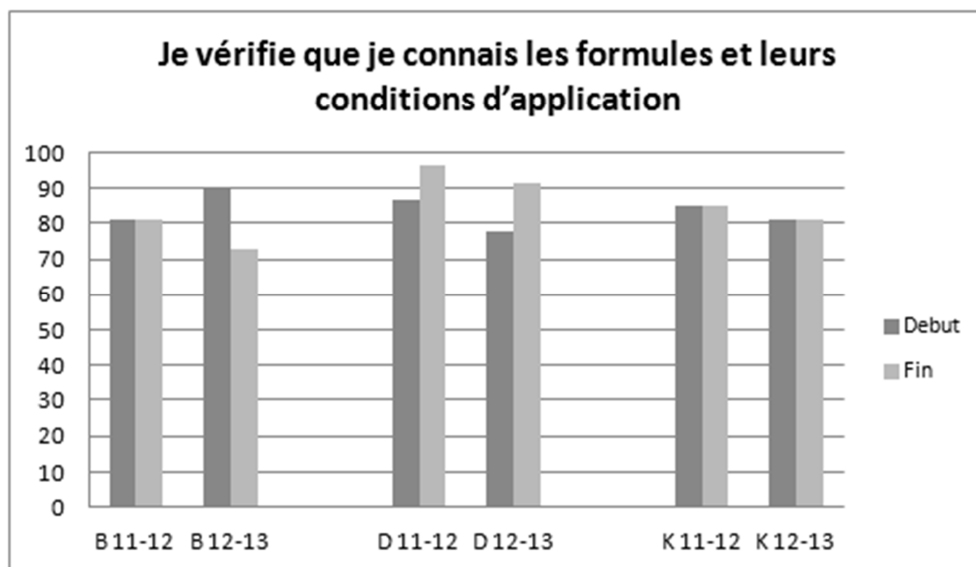


Diagramme en barres 39 : Je vérifie que je connais les formules et leurs conditions d'application

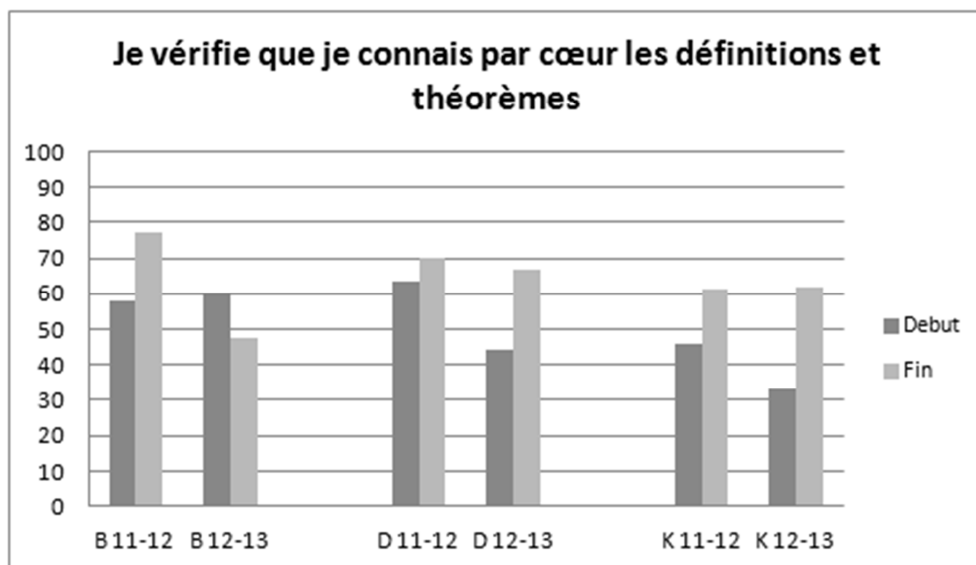


Diagramme en barres 40 : Je vérifie que je connais par cœur les définitions et théorèmes

Sur l'ensemble, les étudiants sont très majoritaires partout à souvent ou toujours vérifier qu'ils connaissent les formules (taux moyen autour de 85%) pour les révisions d'un DS, en fin de prépa comme en Terminale.

Pour cet item, nous notons une hausse statistiquement significative par rapport à la fin de la Terminale à D pour les deux promotions (test de McNemar, p valeur=0,039) et un taux stable ailleurs, sauf à B 2012-2013 qui subit une baisse exceptionnelle de 17% (mais non significative).

De même, les étudiants sont majoritaires partout à souvent ou toujours vérifier qu'ils connaissent par cœur définitions et théorèmes (taux moyen autour de 65%), plus en fin de prépa qu'en Terminale.

Pour cet item, nous observons une hausse statistiquement significative pour l'ensemble des étudiants par rapport à la fin de la Terminale (test McNemar, p valeur=0,019), de même que pour K (test McNemar, p valeur=0,02) avec des taux en fin de Terminale pour les deux promotions nettement inférieurs à ceux des autres lycées. Encore une fois, B 2012-2013 se démarque par une baisse de 12% (non significative).

Par ailleurs, nous notons plusieurs dépendances pour ces deux items.

En premier lieu, il y a une dépendance de l'item concernant la connaissance des formules avec la voie d'une part (test du Khi-deux, p valeur=0,008) et le lycée d'autre part (test du Khi-deux, p valeur=0,008) pour l'ensemble des étudiants.

	Répartition selon la voie (pour l'ensemble)		Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)		
	T 76%	S 89%	B 76%	D 94%	K 83%
Connaître les formules et leurs conditions d'application (souvent ou toujours)					

Tableau de dépendance 76 : Connaître les formules et leurs conditions d'application

Les étudiants de voie S (89%) sont plus nombreux que ceux de voie T (76%) à souvent ou toujours vérifier qu'ils connaissent les formules, en particulier les étudiants de D (94%) plus que ceux de K (83%).

Ensuite, pour chacun des deux items, nous notons une dépendance avec le niveau des étudiants pour l'ensemble (tests du Khi-deux, p valeur= 0,029 et 0,004 respectivement) et pour les T* (tests du Khi-deux, p valeur= 0,033 et 0,012 respectivement)

	Répartition selon le niveau (pour l'ensemble)			Répartition selon le niveau* (pour les T)		
Connaître les formules et leurs conditions d'application (souvent ou toujours)	b 100%	m 85%	f 80%	b 100%	m 64%	f 71%
Connaître par cœur les définitions et les théorèmes (souvent ou toujours)	b 92%	m 61%	f 57%	b 92%	m 54%	f 50%

Tableau de dépendance 77 : Connaître les formules et leurs conditions d'application ; Connaître par cœur les définitions et les théorèmes

Pour les deux items, pour l'ensemble des étudiants comme pour les étudiants de voie T, nous observons que les pratiques sont quasi unanimes parmi les bons étudiants. Cependant, même si elles restent majoritaires, ces pratiques sont moins courantes parmi les étudiants faibles et moyens. De plus, l'écart entre les bons d'une part et les faibles et moyens d'autre part est plus marqué pour le fait de connaître par cœur les définitions et théorèmes que pour le fait de connaître les formules.

Pour les étudiants de voie S, il n'y a pas de dépendance selon le niveau pour ces items étant donné que les écarts entre les étudiants de différents niveaux sont plus faibles.

Lien entre les deux items

Nous avons croisé les deux items entre eux pour l'ensemble des étudiants en fin d'année de prépa et nous trouvons une dépendance (test du Khi-deux, pvaleur=0).

		Connaître par cœur les définitions et les théorèmes		Total
		jamais ou parfois	souvent ou toujours	
Connaître les formules et leurs conditions d'application	jamais ou parfois	24	4	28
	souvent ou toujours	42	109	151
Total		66	113	179

Tableau de dépendance 78 : Croisement des items Je vérifie que je connais les formules et leurs conditions d'application et Je vérifie que je connais par cœur les définitions et théorèmes

Nous pouvons voir que la majorité des étudiants (61% de l'ensemble) vérifient souvent ou toujours qu'ils connaissent les formules pour les révisions d'un DS, ainsi que les définitions et théorèmes par cœur. De plus, environ un quart des étudiants (23% de

l'ensemble) vérifie souvent ou toujours qu'ils connaissent les formules uniquement (pas les définitions et théorèmes).

Liens avec l'item "J'apprends le cours"

Nous avons aussi croisé les deux items respectivement avec l'item "J'apprends le cours" de la catégorie "Entre deux cours", où nous ne distinguons pas les différents éléments du cours (définitions, théorèmes, formules, démonstrations). Nous trouvons une dépendance dans les deux cas (test du Khi-deux, pvaleurs indiquées ci-dessous).

pvaleur=0,003		Apprendre le cours (entre deux cours)		Total
		jamais ou parfois	souvent ou toujours	
Connaître les formules et leurs conditions d'application	jamais ou parfois	23	5	28
	souvent ou toujours	82	69	151
Total		105	74	179

Tableau de dépendance 79 : Croisement des items Je vérifie que je connais les formules et leurs conditions d'application et J'apprends le cours (définitions, théorèmes, formules, démonstrations)

pvaleur=0,002		Apprendre le cours (entre deux cours)		Total
		jamais ou parfois	souvent ou toujours	
Connaître par cœur les définitions et théorèmes	jamais ou parfois	48	18	66
	souvent ou toujours	57	56	113
Total		105	74	179

Tableau de dépendance 80 : Croisement des items Je vérifie que je connais par cœur les définitions et théorèmes et J'apprends le cours (définitions, théorèmes, formules, démonstrations)

Pour le premier croisement, nous observons que la plus grande proportion est celle des étudiants qui n'apprennent pas leur cours entre deux cours (jamais ou parfois), mais qui vérifient souvent ou toujours qu'ils connaissent les formules pour un DS (46% de l'ensemble). Nous postulons que ces étudiants essayent de se rattraper avant un DS par rapport au cours qu'ils n'avaient pas étudié avant. Ce constat rejoint notre hypothèse que

le cours s'apprend surtout lors des révisions d'un DS (cf. chapitre X), sauf pour les colles en voie S sans doute.

Ensuite, nous trouvons les étudiants qui apprennent leur cours souvent ou toujours entre deux cours et qui vérifient aussi qu'ils connaissent les formules pour un DS (39% de l'ensemble). En regardant le détail selon le niveau, nous notons que parmi ces étudiants il y a 40% des étudiants faibles des deux voies. Pour ces derniers, nous postulons que malgré l'effort qu'ils déploient en apprenant le cours assidûment, ils ne réussissent pas en mathématiques. Ceci met en avant qu'apprendre le cours est certainement une condition nécessaire, mais elle n'est évidemment pas suffisante pour la réussite en mathématiques. Nous pensons que ces étudiants n'ont sans doute pas la bonne méthode de travail.

Enfin, ceux qui ne font ni l'un ni l'autre sont rares (13%). Il s'agit surtout d'étudiants faibles (deux tiers) et aucun bon.

En comparaison avec le premier croisement, le second croisement montre qu'il y a nettement moins d'étudiants qui vérifient souvent ou toujours qu'ils connaissent par cœur les définitions et théorèmes pour un DS que ceux qui vérifient souvent ou toujours qu'ils connaissent les formules pour un DS, surtout parmi ceux qui n'apprennent pas leur cours entre deux cours (jamais ou parfois). Nous trouvons 27% des étudiants sur l'ensemble qui n'apprennent pas le cours entre deux cours et qui ne vérifient pas non plus qu'ils connaissent les définitions et théorèmes pour un DS, en comparaison avec 13% pour le premier croisement. Il s'agit surtout d'étudiants faibles (deux tiers) et aucun bon.

Ces croisements font donc apparaître une certaine conception des étudiants de ce qu'il faut absolument savoir pour le cours de mathématiques : pour une partie non négligeable des étudiants, ce qu'ils pensent être indispensable c'est de retenir les formules, mais pas autant les définitions et théorèmes.

De plus, parmi les étudiants qui n'apprennent pas leur cours entre deux cours mais qui essayent de se rattraper avant un DS, il y a nettement plus d'étudiants faibles qui vérifient qu'ils connaissent les formules (45% de l'ensemble des faibles) que d'étudiants qui vérifient qu'ils connaissent les définitions et théorèmes (30% de l'ensemble des faibles). Ces taux suggèrent qu'il est sans doute plus facile d'apprendre les formules que les définitions et théorèmes ou que certains étudiants ne voient pas l'utilité de ces derniers.

Je lis les démonstrations et j'essaie de bien les comprendre ; J'essaie de refaire les démonstrations

Globalement

Concernant le travail autour des démonstrations lors des révisions d'un DS, nous notons une différence très marquée entre les étudiants des deux voies.

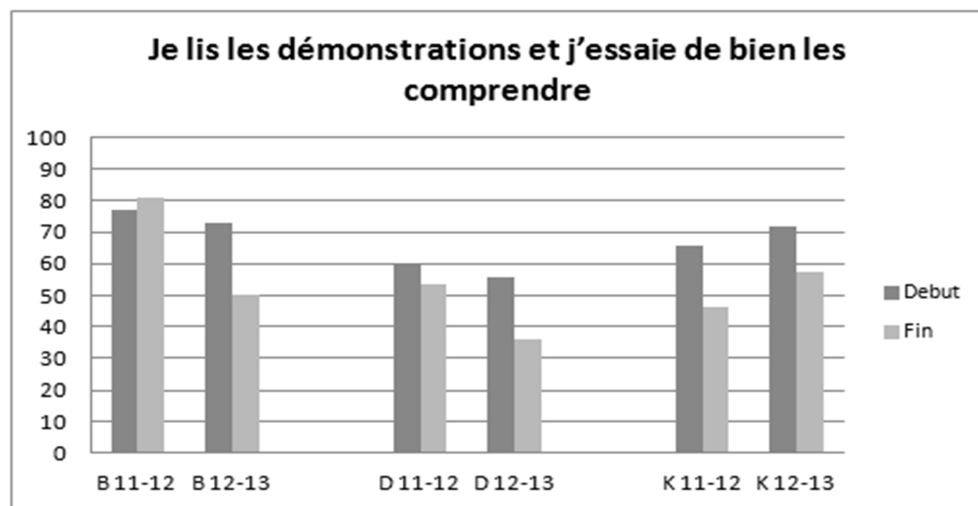


Diagramme en barres 41 : Je lis les démonstrations et j'essaie de bien les comprendre

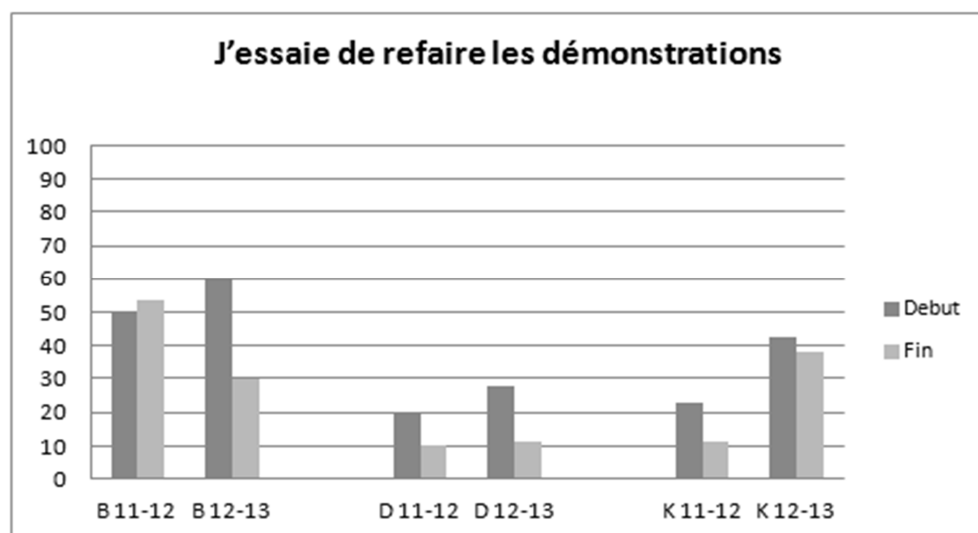


Diagramme en barres 42 : J'essaie de refaire les démonstrations

Le travail autour des démonstrations pour les révisions d'un DS semble être plus répandu parmi les étudiants de voie T que ceux de voie S, ceci étant plus marqué pour le second item. Nous notons déjà cette distinction en fin de Terminale, sachant que les taux des deux items subissent une baisse statistiquement significative pour l'ensemble en cours d'année (test de McNemar, p-valeur=0,003 pour chaque item).

Pour les deux items, B 2011-2012 se démarque par une légère hausse tandis que B 2012-2013 se distingue de son prédécesseur par des taux nettement plus faibles en fin d'année résultant d'une baisse significative (test de McNemar, p valeur=0 pour chaque item) en cours d'année.

Nous notons plusieurs dépendances pour ces deux items.

D'abord, nous notons une dépendance avec la voie sur l'ensemble des étudiants pour chaque item (test du Khi-deux, p valeur= 0,025 et p valeur=0 respectivement).

	Répartition selon la voie (pour l'ensemble)	
Lire et essayer de bien comprendre les démonstrations (souvent ou toujours)	T 62%	S 47%
Refaire les démonstrations (souvent ou toujours)	T 39%	S 16%

Tableau de dépendance 81 : Lire et essayer de bien comprendre les démonstrations ; Refaire les démonstrations (1)

Ces dépendances confirment la distinction entre les deux voies. En effet, sur les deux promotions, les étudiants de voie T sont majoritaires à lire les démonstrations en essayant de bien les comprendre souvent ou toujours (62%), mais ils sont moins nombreux à refaire les démonstrations souvent ou toujours (39%). Les étudiants de voie S sont moins nombreux à lire les démonstrations (47% en moyenne) et très rares à refaire les démonstrations (16% en moyenne)

Nous notons aussi une dépendance du second item avec le lycée (test du Khi-deux p valeur=0,001).

	Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)		
Refaire les démonstrations (souvent ou toujours)	B 39%	D 11%	K 23%

Tableau de dépendance 82 : Refaire les démonstrations

Cette dépendance souligne l'opposition S/T, mais révèle aussi une distinction D/K qui résulte du taux exceptionnel de K en 2012-2013 (38%) alors que le taux dans les trois autres classes S est de 11%.

De plus, pour chaque item, il y a une dépendance avec le niveau des étudiants pour l'ensemble (test du Khi-deux p valeur= 0,023 et 0,042 respectivement).

	Répartition selon le niveau (pour l'ensemble)		
Lire et essayer de bien comprendre les démonstrations (souvent ou toujours)	b 71%	m 58%	f 45%
Refaire les démonstrations (souvent ou toujours)	b 42%	m 25%	f 20%

Tableau de dépendance 83 : Lire et essayer de bien comprendre les démonstrations ; Refaire les démonstrations (2)

Globalement, ces deux pratiques sont plus présentes parmi les bons étudiants que les autres, en dépit de la différence entre les deux voies.

Enfin, pour le premier item, nous notons une dépendance pour les T avec le lycée d'origine d'une part (test du Khi-deux p valeur=0,003), et le niveau* d'autre part (test du Khi-deux p valeur=0,001).

	Répartition selon le lycée d'origine (pour les T)		Répartition selon le niveau* (pour les T)		
Lire et essayer de bien comprendre les démonstrations (souvent ou toujours)	Maroc 86%	France 21%	b 100%	m 73%	f 48%

Tableau de dépendance 84 : Lire et essayer de bien comprendre les démonstrations

Nous pouvons voir que cette pratique est particulièrement présente parmi les marocains, et surtout parmi les bons puis les moyens.

Lien entre ces deux items

Étant donné la différence entre les deux voies concernant la façon de travailler les démonstrations, surtout pour le fait de refaire des démonstrations, pratique très peu répandue parmi les S, nous choisissons de croiser ces deux items uniquement pour les T. Nous trouvons alors une dépendance entre le fait de lire les démonstrations en essayant de bien les comprendre et le fait de refaire les démonstrations (test du Khi-deux p valeur=0).

		Refaire les démonstrations		Total
		jamais ou parfois	souvent ou toujours	
Lire et essayer de bien comprendre les démonstrations	jamais ou parfois	24	1	25
	souvent ou toujours	16	25	41
Total		40	26	66

Tableau de dépendance 85 : Croisement des items Je lis les démonstrations et j'essaie de bien les comprendre et J'essaie de refaire les démonstrations

À travers ce croisement, nous notons que parmi ceux qui ne lisent pas les démonstrations (jamais ou parfois), uniquement un étudiant tente de les refaire, tandis que parmi ceux qui lisent les démonstrations et essaient de bien les comprendre souvent ou toujours, un peu moins de deux-tiers des étudiants les refont aussi souvent ou toujours.

En explorant le détail de ce croisement selon le niveau des étudiants, nous trouvons que parmi les bons, tous lisent souvent ou toujours les démonstrations et 62% les refont aussi souvent ou toujours. Les moyens, qui sont majoritaires à lire les démonstrations souvent ou toujours, sont répartis de façon égale entre ceux qui les refont aussi et ceux qui se contentent de les lire. Enfin pour les faibles, 50% ne font ni l'un ni l'autre (jamais ou parfois).

Nous tentons d'expliquer ces résultats comme suit. Le travail a minima autour des démonstrations consiste à les lire. Ceux qui vont plus loin en cherchant à les refaire sont surtout des bons étudiants et quelques moyens. Nous postulons toutefois qu'il est certainement possible d'avoir une lecture vraiment active qui conduit à apprendre les éléments importants des démonstrations sans nécessairement devoir les refaire. Ceci explique que certains bons et moyens se contentent de lire les démonstrations et de les comprendre. Les faibles par contre sont nombreux à ne pas du tout travailler les démonstrations.

J'essaie de dégager des idées (exemples, méthodes et astuces) à retenir

Il faut signaler que cet item a été supprimé par erreur dans le questionnaire FIN11-12. Nous avons alors choisi de ne pas tenir compte des résultats de l'année 2011-2012, étant donné que nous nous intéressons d'une part aux taux en fin d'année et d'autre part à l'évolution de ces taux au cours d'une année, deux choses que nous ne pouvons pas déterminer pour la promotion 2011-2012. Nous ne retrouvons donc pas de barres qui correspondent au questionnaire de 2011-2012 dans le diagramme suivant.

Globalement

En fin d'année de prépa, les étudiants de voie S sont nettement plus nombreux que ceux de voie T à souvent ou toujours essayer de dégager des idées à retenir en préparant pour un DS.

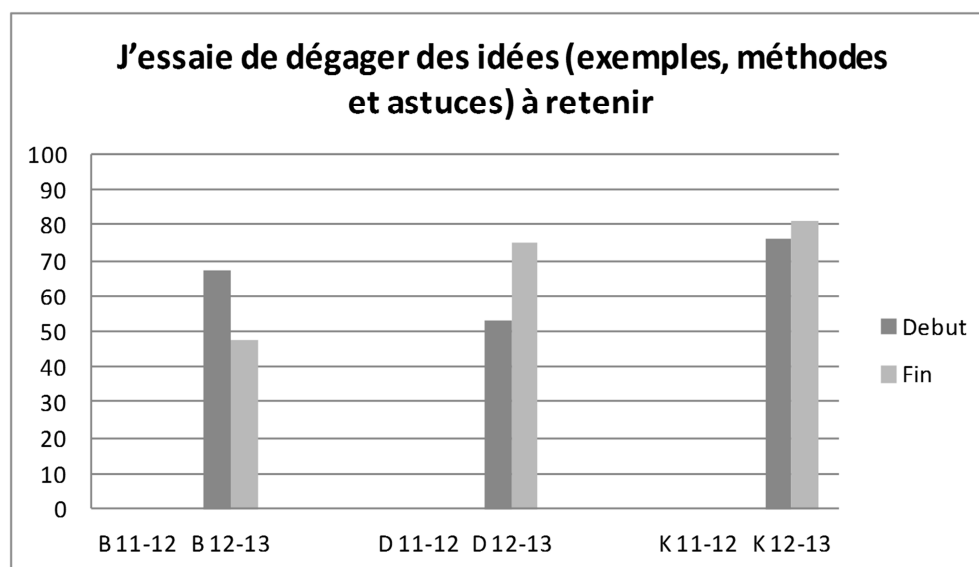


Diagramme en barres 43 : J'essaie de dégager des idées (exemples, méthodes et astuces) à retenir

Pour les étudiants de la promotion 2012-2013, nous observons que le taux d'étudiants qui essayent souvent ou toujours de dégager des idées à retenir augmente en cours de première année préparatoire en voie S (hausse statistiquement significative à D uniquement, test de McNemar, pvalue=0,02) alors qu'il diminue en voie T.

Pour l'ensemble des étudiants de la promotion 2012-2013, nous notons une dépendance de cet item avec la voie d'une part (test du Khi-deux, pvalue=0,001) et avec le lycée d'autre part (test du Khi-deux, pvalue=0,005).

	Répartition selon la voie (pour l'ensemble)		Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)		
Dégager des idées à retenir (souvent ou toujours)	T 48%	S 77%	B 48%	D 75%	K 81%

Tableau de dépendance 86 : Dégager des idées à retenir

Nous pouvons voir l'opposition entre les étudiants de voie T (48%) et ceux de voie S (77%) qui est très marquée en fin d'année de prépa. De plus, nous notons une différence entre D et K, cependant largement moins marquée que la différence entre les deux voies.

Pour cette pratique, nous n'observons pas de distinction selon le niveau.

Interprétations et conjectures

Travailler seulement les exercices

Nous constatons d'abord que les étudiants qui passent directement aux exercices sans avoir revu le cours en révisant pour un DS sont très rares. Nous pouvons donc postuler que les étudiants partout sont conscients de l'importance de l'étude du cours qui devrait précéder le travail autour des exercices pour la préparation d'un DS. Ceci est mis en avant lors de nos échanges avec eux, ils disent tous commencer par apprendre ou au moins relire le cours : « *je m'attarde sur les passages à retenir qui sont très importants* » (étudiante de B) ; « *il est beaucoup plus facile, lorsque l'on est bloqué par un exercice, d'avoir un maximum d'outils, qui en l'occurrence se trouvent dans le cours* » (étudiant de K). De même, les professeurs confirment que c'est la première étape de tout travail de révision pour toute épreuve, en particulier le DS : « *ils doivent être capables de réciter les essentiels du cours [définitions, théorèmes, formules...] cahier fermé* » (L.D.) ; « *l'essentiel, c'est de travailler le cours* » (Z.H.).

Le taux exceptionnel à K en 2012-2013 (24%) indique que plus d'étudiants qu'ailleurs travaillent directement les exercices sans revenir sur le cours. Afin d'expliquer ce taux, nous nous appuyons sur notre hypothèse (cf. chapitre X) concernant l'orientation particulière de cette classe vers l'entraînement par la résolution d'exercices. D.L nous confirme que les étudiants de cette classe accordent beaucoup, voire trop, d'importance à l'entraînement qu'ils jugent primordial pour la réussite en mathématiques, alors qu'il aurait voulu qu'ils s'attardent plus sur leur cours. Ainsi, une part non négligeable d'étudiants privilégie exclusivement le travail sur les exercices lors de la préparation d'un DS, ce qui correspond au taux observé.

Commencer par le plus difficile

Pour le fait de commencer d'abord par étudier ce qui était le plus difficile dans le cours, la situation à D nous intrigue. Il n'est pas évident de trouver une explication pour les taux observés à D en fin d'année : d'une part il y a un écart entre les deux promotions depuis la Terminale, d'autre part, il y a une différence avec B et K qui ont des taux similaires résultant d'une baisse en cours d'année. Ce qui est difficile est relatif à chaque étudiant ; ce qu'on trouve comme le plus difficile est au moins ce qu'on a le sentiment d'avoir eu le plus de mal à comprendre, ce qui est nécessairement subjectif. Nous pouvons toutefois noter que pour chacune de nos six classes, les taux en fin de prépa sont assez proches des taux en fin de Terminale. Nous postulons donc que pour cette pratique, les étudiants conservent les habitudes acquises en Terminale. Ainsi, les différences entre les classes résultent des taux de départ qui ne s'homogénéisent pas au cours de l'année.

Apprendre son cours

Les taux des deux items sur la connaissance des éléments du cours reflètent l'importance qu'accordent les étudiants en général au fait de connaître leur cours pour un DS de mathématiques. Ceci est majoritaire pour les étudiants de tous les niveaux, plus particulièrement pour les bons étudiants qui sont quasi unanimes sur cette dimension. Pour les deux items, il y a une évolution positive par rapport à la Terminale, ce qui souligne le rôle du cours dans les DS de classe prépa et l'insistance constante des professeurs sur l'importance de l'apprentissage du cours. Cependant, ces derniers ne sont pas totalement convaincus des réponses de leurs étudiants. D'ailleurs, H.C. s'est contenté de le répéter sans chercher à expliquer plus, malgré nos tentatives d'interpréter les taux. En effet, lors de l'entretien, H.C. a répété à plusieurs reprises ne pas être convaincu des réponses de ses étudiants, notamment pour les items sur la connaissance du cours et sur les démonstrations pour un DS comme pour les items concernant l'étude du cours entre deux cours de mathématiques (cf. chapitre X) : « *j'y crois pas. Ils ont dit ça pour être gentils avec vous mais je n'y crois vraiment pas. Ça [j'apprends le cours entre deux cours] c'est les chiffres vraisemblables mais ça [la façon de travailler avant un DS] j'y crois absolument pas* ». Il est persuadé que ses étudiants en grande majorité ne travaillent pas, ni pour un DS ni couramment, hormis quelques marocains sérieux.

Par ailleurs, L.D. ne remet pas en cause les taux de réponses de ses étudiants, mais il n'est pas convaincu de la façon dont ils vérifient connaître le cours : « *par exemple quand ils me récitent une propriété, ils retiennent que les mots, ils enlèvent tous les liens logiques par exemple, tu vois, et après il en reste plus rien du tout. Des fois, ils retiennent juste des mots comme ça, des mots-clefs d'accord [...] peut-être c'est en rapport avec leurs autres matières je ne sais pas, en histoire on retient peut-être des mots-clefs, je ne sais pas, mais si tu veux, ils enlèvent la logique ils apprennent le mot. [...] C'est ça que j'aime pas trop, ça serait plus de conserver la structure de la logique de, qui est la conséquence, quelles sont les hypothèses, des choses comme ça me semblent importantes* ». De même, Z.H. trouve que les réponses de ces étudiants correspondent plutôt à ce qu'ils croient faire plutôt que ce qu'ils font réellement : « *il y a ce qu'ils croient faire et il y a ce qu'ils font. Ils ont pas une vision claire de ce que c'est qu'apprendre, ils croient avoir travaillé. [...] Je pense que beaucoup se convainquent sincèrement qu'ils l'ont fait, c'est sincère. Mais encore une fois s'ils ferment leur cahier pour essayer de refaire à côté ils y arriveraient pas. Ce qu'ils font à mon avis souvent c'est qu'ils lisent, ils lèvent les yeux et ils disent oui c'est ça. C'est, je viens de relire, oui c'est ce que je redis donc je le sais et je passe à la suite* ». Il en est d'autant plus convaincu en voyant que dans les DS, malgré les questions de cours qu'il pose pour sauver les plus faibles, ils n'y arrivent toujours pas : « *on n'est pas à 90% qui savent faire les trucs de base, loin de là. Donc ça prouve que leurs réponses, c'est sans doute sincère mais c'est là qu'ils se leurrent, [...] Apprendre un cours, c'est quelque chose qu'ils ne*

savent pas faire mais qu'ils croient savoir faire ». Ce que disent les professeurs met en avant la nécessité d'avoir des études qui explorent de plus près ce que peuvent faire les étudiants pour apprendre le cours, tel qu'a cherché à le faire Castela (2007a, 2007c, 2009) pour les gestes relatifs aux exercices dans son étude en Première Scientifique. Z.H. insiste sur la nécessité de la réécriture pour vérifier l'apprentissage d'un cours, mais nous postulons que ce n'est sans doute pas la seule façon de faire.

Connaître les formules ou les définitions et théorèmes

Les étudiants sont plus nombreux à étudier les formules que les définitions et théorèmes. L.D. fait un commentaire ironique quant à cette différence afin d'expliquer comment les étudiants gèrent leurs priorités en étudiant le cours. Il dit, en riant, *« ils ont raison quand même là, [...] parce qu'on va leur demander d'appliquer leurs formules »*, puis il enchaîne *« déjà le DS je pense qu'ils le voient comme hyper-calculatoire parce qu'ils sont très démunis dans le calcul, et t'as quand même beaucoup de questions où il faut résoudre un système, il faut inverser une matrice, il faut calculer une série »*. Dans les entretiens, les étudiants mettent vraiment l'accent sur l'apprentissage des formules mais personne ne mentionne les définitions et théorèmes. On a l'impression qu'ils réduisent la connaissance du cours au fait de retenir les formules : *« il faut vraiment connaître par cœur toutes les formules. [...] j'avais bien assimilé les notions [c'est-à-dire] je connaissais les formules »* (étudiante de D) ; *« j'ai re-noté aussi les formules vraiment importantes »* (étudiante de K) ; *« je vais remettre de côté les formules que je dois vraiment retenir. [...] formules, formules, formules, je veux vraiment avoir les trucs qu'il faut retenir, facilement en tête. [...] les formules, il faut apprendre par cœur [...] les conditions, il faut pas oublier de les mettre, c'est très important »* (étudiante de B).

À cette différence entre les deux items s'ajoute le fait que l'écart entre les bons et les autres est surtout marqué au niveau de la connaissance des définitions et théorèmes. Il semblerait donc que les faibles et les moyens se préoccupent nettement moins que les bons de connaître les définitions et théorèmes. Nous nous demandons alors si les formules sont plus accessibles aux étudiants faibles et moyens que les définitions et théorèmes dont la connaissance nécessiterait des capacités particulières. Une autre interprétation serait que les bons vont plus loin dans l'étude du cours tandis que les autres se contentent de vérifier qu'ils retiennent les formules qui leur paraissent suffisantes. Dans les deux cas, il semblerait que les bons considèrent les définitions et théorèmes (presque) aussi importants que les formules, en tout cas indispensables pour un DS.

Par ailleurs, hormis les étudiants assidus qui apprennent leurs cours souvent ou toujours pour un DS ainsi qu'entre deux cours, il semble qu'une grande partie des étudiants attendent le DS pour le faire. En effet, plus du tiers des étudiants n'étudient pas leur cours régulièrement et cherchent sans doute à rattraper leur retard en révisant pour un DS,

confirmant ainsi notre hypothèse que le cours s'apprend essentiellement pour un DS. L.D. nous dit que « *ce n'est pas propre aux maths, ça a été signalé dans les autres matières aussi* », notamment par les colleurs. Ceci expliquerait aussi pourquoi les étudiants partout sont si nombreux à entamer les révisions d'un DS en avance : ce n'est pas entièrement en rapport avec un travail sérieux, c'est en grande partie parce qu'ils ont accumulé du travail à rattraper.

Travailler les démonstrations

H.C. insiste que les taux des deux items sur les démonstrations ne correspondent pas du tout à la réalité des choses, encore moins que les taux des deux items précédents. Une étudiante de B nous décrit l'attitude de ses collègues vis-à-vis des démonstrations, soutenant ainsi les propos de H.C. : « *Mr H.C. aime bien tout prouver. Déjà il reprend la formulation de la question et puis il fait toutes les démonstrations, donc ça dure très longtemps. [...] Pour certains [étudiants] ils sont totalement perdus, et ils préféreraient quand ils étaient en terminale, [les professeurs] posaient directement et pour certains ne démontraient pas, donc on avait simplement à retenir comme ça. [...] Comme à la toute fin de toute façon, il faudra le mémoriser, c'est bien de démontrer comme ça mais pour certaines choses à mon avis c'est un peu inutile, c'est vraiment aller chercher plus loin qu'il ne le faut.* ». Par ailleurs, H.C. nous explique qu'il ne demande pas de démonstrations aux étudiants dans les DS, l'essentiel dans ces épreuves étant de bien rédiger les solutions aux exercices. Interrogé sur la différence entre les deux voies, L.D. l'a trouvée incohérente avec la nature et les exigences des épreuves en voie T : « *il y a vraiment un fossé et le fossé devrait être dans l'autre sens si tu veux, c'est beaucoup. Les technos, ils ont des récurrences, ils ont des calculs d'intégrales etc.... moi je vois pas, je ressens pas l'aspect démonstratif* ». Nous pouvons éventuellement penser que certains étudiants, notamment les marocains, relisent les démonstrations et essaient même de les refaire afin d'apprendre à bien rédiger en s'inspirant de ce que leur professeur fait. Toutefois, cela ne justifierait pas les taux exceptionnellement forts pour les deux items sur l'ensemble à B, ceux de fin de Terminale autant que ceux de fin de prépa, surtout en comparaison avec les taux en voie S. En l'absence d'éléments complémentaires qui permettraient de donner du poids aux réponses des étudiants ou à l'avis de H.C., nous ne pouvons que rester sans conclusion, soulignant ainsi une faiblesse du questionnaire comme outil méthodologique pas toujours fiable.

A contrario, les taux de la voie S ne semblent pas choquer les professeurs qui tentent de nous proposer des explications. Z.H. attribue la chute du taux d'étudiants qui lisent les démonstrations en partie à un « *phénomène local* » dont il se déclare responsable. Il explique qu'en arrivant à D, les quelques premiers mois, il faisait beaucoup de démonstrations complètes, ce qui a dû décourager certains étudiants : « *ils sont venus avec une bonne énergie mais c'était un peu au-dessus de leur niveau et du coup, il y en a*

quelques uns qui peut-être ont été démoralisés. [...] Et ça peut expliquer je pense la chute de je lis les démonstrations ». Cependant, Z.H. a vite adapté son cours au niveau des étudiants, se rendant compte que les démonstrations leur posaient problème, mais de nombreux étudiants ont gardé leur attitude négative "méfiante" vis-à-vis des démonstrations. Lors de l'entretien, une étudiante de D nous dit : *« on rédige tout avec des démonstrations des fois de quatre pages, on n'a pas forcément le courage de les relire »*, confirmant ainsi une deuxième hypothèse de Z.H. qui dit : *« ils ne relisent pas les démonstrations sans doute pour ça aussi, c'est que par moment, c'est un peu plus long. Forcément les démonstrations c'est quelque chose qui est construit, avec des points qui sont plus importants que j'essaye de mettre en valeur, mais qu'ils ne captent pas parce qu'ils se mettent en mode "ouf ça va être dur, de toute façon je ne vais rien comprendre" »*. Z.H. est convaincu que le problème qu'ont les étudiants avec les démonstrations est plus profond, que c'est en rapport avec leur perception globale des mathématiques et leur apprentissage : *« il y a une ségrégation dans leur tête entre ça c'est la démonstration de tel théorème pour montrer tel résultat et ça n'a aucun lien avec le reste je m'en fiche, maintenant on fait un exercice. Ils séparent théorie et application. Ça reflète quand même, même quand ça reste dans le non dit, un esprit de quel est le lien entre ce qu'il nous inflige là et ce qu'on va avoir à faire, ils ne voient pas le lien. [...] Il y a une idée qu'ils ont du mal à comprendre qui est que lorsqu'on fait une démonstration en cours, c'est pas juste le résultat en soi qu'on veut démontrer, c'est plutôt les idées qu'on manipule pour démontrer qui nous intéressent, les techniques. Évidemment quand je fais ces démonstrations, je ne me contente pas d'aligner les lignes de raisonnement, je leur dis ça c'est important, ça ça ressert, ça c'est quelque chose qu'on... et ça ça passe pas. Effectivement je vois souvent que quand je passe ou je m'arrête dans la démo pour dire vous voyez, là, j'ai utilisé telle méthode, je récapitule, on a fait ça en trois étapes, le point l'essentiel est à cet endroit, voilà ce qui s'est passé, j'ai en face de moi beaucoup de personnes qui se disent bon pourquoi il s'est arrêté d'écrire. Ils arrivent pas à faire le lien, voilà »*. En conséquence, les étudiants font toujours des commentaires comme *« mais pourquoi vous voulez le démontrer, on a la formule »* ou *« ça sert à rien puisque c'est une démonstration pour démontrer ce résultat »*. Nous pensons que ceci expliquerait les taux de l'item *« j'essaie de refaire les démonstrations »*. En effet, si certains étudiants lisent les démonstrations afin d'identifier éventuellement les techniques et le raisonnement utilisés par le professeur, ils sont extrêmement rares à les refaire puisque la majorité va directement chercher le résultat, donc la formule ou la propriété à appliquer. Z.H. reste optimiste, notamment pour la deuxième année et les concours, puisqu'il trouve que *« ça finit chez certains par passer au bout d'un an à force de matraquer, ça finit par rentrer »*.

L.D. pense que les étudiants travaillent les trois démonstrations qu'il impose par colle mais que *« pour les DS, ils les revoient pas du tout »*. Comme Z.H., il trouve *« qu'il y a*

une méprise sur le terme démonstration [...] vraiment, ils aiment pas les démonstrations. Pour eux, c'est quelque chose qui sert à rien, qu'on leur demande ou qu'on leur inflige si tu veux. Ils ont pas l'esprit scientifique, ils ont pas envie de savoir si c'est vrai ou pas, on peut les embobiner comme on veut, enfin ils en ont rien à faire. Ce qui compte c'est ce qui va tomber le jour du concours et est-ce qu'ils sauront le faire ou pas. ». Pourtant, il essaye de faire passer aux étudiants le message suivant : *« c'est quand même la base des maths de démontrer. Donc il faudrait quand même, même si ça les rebutent un peu, qu'ils essayent de revoir ».* Ainsi, même si dans les DS il ne demande pas des démonstrations de cours, tout est démonstration pour lui, y compris l'application d'un théorème dans un exercice de calcul. Alors il fait de son mieux pour leur montrer l'utilité d'une démonstration : *« c'est très difficile de les avoir captivés par une démonstration, vraiment, donc je surenchéris en disant on ne fait pas cette démonstration pour rien, je l'ai sélectionnée pour ça, je vous la fais faire parce qu'on voit ça, et ça vous pouvez le réutiliser. Enfin je vends ma démonstration, sinon ils ont aucune envie. ».* Ceci pourrait expliquer le fait que la moitié des étudiants lisent les démonstrations et essayent de les comprendre, son message atteint certains étudiants. Cependant, ils sont très rares à essayer de refaire les démonstrations, puisqu'en fin de compte, ils sont *« très orientés on ne fait pas des choses qui ne rapportent pas des points quelque part ».* Le taux exceptionnel de K 2012-2013 pourrait s'expliquer par le fait que les étudiants de cette classe suivent les conseils de leur professeur plus à la lettre que ceux de la promotion 2011-2012 comme nous le dit L.D.

À travers les explications fournies par L.D. et Z.H., nous pouvons voir que ces deux professeurs tiennent un discours pratique vis-à-vis de ce qu'ils veulent faire apprendre aux étudiants dans les démonstrations. Ils insistent sur le fait que les démonstrations servent à apprendre des techniques aux étudiants, que ces derniers peuvent réinvestir dans les exercices ou dans d'autres démonstrations grâce à leur aspect générique, autant qu'à prouver une vérité, à produire un résultat utilisable (théorème, propriété, formules). Nous avons déjà souligné cet aspect à travers le descriptif du déroulement du cours de chaque professeur (cf. chapitre VIII).

Par ailleurs, pour l'ensemble des étudiants, les différences sont très marquées entre les bons étudiants qui sont nettement plus nombreux à travailler les démonstrations (lire et essayer de comprendre ainsi que refaire) et les faibles et moyens qui le font moins.

Dégager des idées à retenir

Pour le dernier item, *« j'essaie de dégager des idées à retenir »*, il est difficile de proposer des interprétations étant donné que nous n'avons les réponses que d'une seule promotion. Cependant, cette pratique semble être plus répandue parmi les étudiants de voie S, notamment à K, que ceux de voie T. Nous attribuons cela aux dispositifs

spécifiques à chaque professeur quant à l'organisation de l'enseignement. En effet, comme nous l'avons souligné ci-dessus, les deux professeurs de voie S (L.D. et Z.H.) insistent beaucoup sur les techniques qu'ils emploient dans les exercices et les démonstrations et sur lesquels ils cherchent à attirer l'attention des étudiants, tandis que H.C. semble être moins systématique dans son approche concernant cette dimension. Nous reviendrons sur cet aspect plus en détail dans la suite à travers l'analyse du prochain item.

L'exception à B 2012-2013

Nous notons le cas particulier de B 2012-2013 pour lequel nous observons en cours d'année une baisse marquée des taux de tous les items en rapport avec la façon de travailler le cours avant un DS, pour atteindre des valeurs nettement inférieures à celles de B 2011-2012. Ceci renforce notre hypothèse concernant la spécificité des étudiants de cette classe.

3. Le travail autour des exercices

Dans ce qui suit, nous nous intéressons au travail des étudiants autour des exercices lors des révisions d'un DS. Mais dans un premier temps, nous analysons les réponses à l'item portant, en début de questionnaire, sur ce que les étudiants perçoivent comme étant le plus important pour réussir en mathématiques lorsqu'ils travaillent les exercices. Ensuite, nous considérons les différentes catégories d'exercices que les étudiants travaillent pour les révisions d'un DS, avant de nous attarder sur les modalités d'études des exercices non basiques déjà corrigés en classe.

3.1 Le plus important pour réussir en mathématiques lorsque je travaille les exercices

Cet item ne se situe pas dans la catégorie "Quand je révise avant un DS" du questionnaire, il s'agit du premier item du questionnaire hors-catégorie. Toutefois, nous choisissons de le traiter ici étant donné qu'il concerne le travail autour des exercices et que lorsqu'on parle de réussite, on sous-entend la réussite aux épreuves, donc notamment les DS, ensuite les colles, les interrogations...

Pour cet item à choix unique, il s'agit du taux d'étudiants ayant choisi chaque modalité parmi les quatre modalités proposées suivantes :

- 1: savoir refaire les exercices donnés par le professeur
- 2: s'entraîner à résoudre des exercices en plus de ceux donnés par le professeur
- 3: repérer des exercices types et connaître des méthodes et astuces pour les résoudre
- 4: autre

Dans la suite, dans une optique d'allègement pour le lecteur, nous nous contenterons de dire respectivement "savoir refaire les exercices donnés", "s'entraîner à résoudre des exercices en plus" et "repérer des exercices types et des méthodes".

Globalement

Les étudiants n'attribuent pas la même importance en termes de réussite en mathématiques aux différentes modalités du travail autour des exercices.

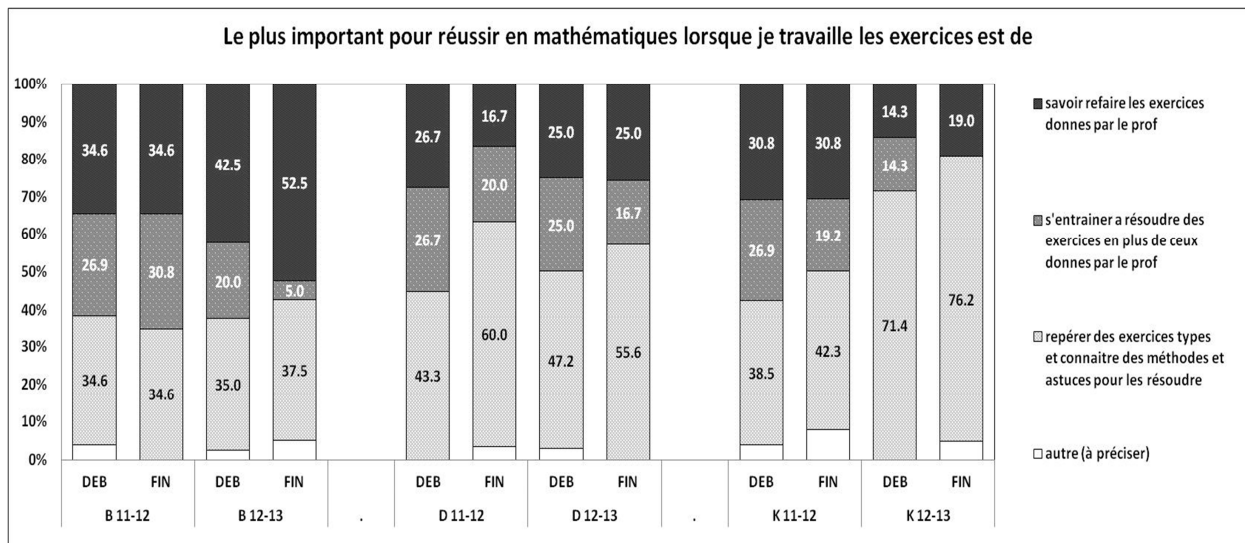


Diagramme en barres 44 : Le plus important pour réussir en mathématiques lorsque je travaille les exercices

Les réponses des étudiants à cet item indiquent une nette opposition entre les deux voies T et S, encore plus marquée en fin de prépa qu'en fin de Terminale. Nous explorons le détail par voie dans la suite.

Nous observons que les taux de chaque modalité évoluent entre la fin de la Terminale et la fin de première année de classe préparatoire. Toutefois, il n'est pas possible d'appliquer un test de McNemar afin d'étudier la significativité des évolutions en cours d'année en raison de la formulation particulière (non dichotomique) de cet item.

Néanmoins, il est possible d'étudier les dépendances avec cet item, sachant que les interprétations sont "particulières". Ainsi, pour l'ensemble des étudiants en fin d'année, nous trouvons une dépendance de cet item avec la voie* (test du Khi-deux, pvalue=0,013), le lycée* (test du Khi-deux, pvalue=0,026) et la promotion* (test du Khi-deux, pvalue=0,033), mais pas avec le niveau.

		Répartition selon la voie* (pour l'ensemble)		Total
		T	S	
Le plus important pour réussir en mathématiques lorsque je travaille les exercices est de	savoir refaire les exercices donnés par le professeur	30	26	56
	s'entraîner à résoudre des exercices en plus de ceux donnés par le professeur	10	17	27
	repérer des exercices types et connaître des méthodes et astuces pour les résoudre	24	65	89
	autre (à préciser)	2	4	6
Total		66	112	178

Tableau de dépendance 87 : Le plus important pour réussir en mathématiques lorsque je travaille les exercices (1)

Ce croisement souligne l'opposition entre les étudiants de voie T et ceux de voie S. Les premiers accordent le plus d'importance au fait de savoir faire les exercices donnés (45%), alors que les seconds sont majoritaires à privilégier le fait de repérer des exercices types et des méthodes (58%). Par ailleurs, nous pouvons voir que le choix le moins commun partout (15%) est pour le fait de s'entraîner à résoudre des exercices en plus.

		Répartition selon le lycée* (pour l'ensemble)			Total
		B	D	K	
Le plus important pour réussir en mathématiques lorsque je travaille les exercices est de	savoir refaire les exercices donnés par le professeur	30	14	12	56
	s'entraîner à résoudre des exercices en plus de ceux donnés par le professeur	10	12	5	27
	repérer des exercices types et connaître des méthodes et astuces pour les résoudre	24	38	27	89
	autre (à préciser)	2	1	3	6
Total		66	65	47	178

Tableau de dépendance 88 : Le plus important pour réussir en mathématiques lorsque je travaille les exercices (2)

Ce croisement met en avant les profils similaires de K et D qui se distinguent de celui de B. En effet, le taux relatif par lycée de ceux qui choisissent la modalité "*repérer des exercices types et des méthodes*" est de 58% à D et à K, tandis que le taux relatif moyen de ceux qui choisissent la modalité "*savoir faire les exercices donnés*" est de 23% (légère différence entre D et K). À B, la situation est très différente, les taux respectifs sont de 36% et 45%.

		Répartition selon la promotion* (pour l'ensemble)		Total
		2011-2012	2012-2013	
Le plus important pour réussir en mathématiques lorsque je travaille les exercices est de	savoir refaire les exercices donnés par le professeur	22	34	56
	s'entraîner à résoudre des exercices en plus de ceux donnés par le professeur	19	8	27
	repérer des exercices types et connaître des méthodes et astuces pour les résoudre	38	51	89
	autre (à préciser)	3	3	6
Total		82	96	178

Tableau de dépendance 89 : Le plus important pour réussir en mathématiques lorsque je travaille les exercices (3)

La différence entre les deux promotions correspond à une baisse très marquée du taux de ceux qui choisissent la modalité "*s'entraîner à résoudre des exercices en plus*", qui passe de 23% en 2011-2012 à 8% en 2012-2013, accompagnée d'une hausse des taux des autres modalités, notamment une hausse remarquable du taux de la modalité "*savoir refaire les exercices donnés*" à B.

Selon la voie et/ou le lycée

Les T

En considérant le détail par promotion, nous notons qu'en 2011-2012, presque autant d'étudiants de voie T choisissent chacune des trois modalités : 35% pour "*savoir refaire les exercices donnés*", 35% pour "*repérer des exercices types et des méthodes*", 30% pour "*s'entraîner à résoudre des exercices en plus*".

Tandis qu'en 2012-2013, plus de la moitié (53%) optent pour la première modalité, nettement plus qu'en 2011-2012, 38% pour la troisième modalité et uniquement 5% pour la seconde, nettement moins qu'en 2011-2012.

Les S

La situation est différente parmi les S, qui accordent nettement plus d'importance au fait de repérer des exercices types et connaître des méthodes et astuces pour les résoudre qu'à savoir refaire les exercices donnés par le professeur. Le taux de la troisième modalité est à la hausse par rapport à la Terminale dans les quatre classes de voie S.

Toutefois, des différences apparaissent entre les deux lycées. À D, nous notons une répartition similaire des taux des différentes modalités sur les deux promotions. Ce n'est pas le cas à K où les deux promotions ont des profils très différents. En effet, en 2011-2012, 31% des étudiants optent pour la première modalité, 42% pour la troisième modalité et 19% pour la deuxième modalité. En 2012-2013, uniquement 19% des étudiants optent pour la première modalité et 76% pour la troisième, tandis qu'aucun étudiant ne choisit la seconde modalité.

Lien avec l'item "J'essaie de dégager des idées à retenir"

Pour la promotion 2012-2013, nos observations pour cet item convergent vers celles de l'item "J'essaie de dégager des idées (exemples, méthodes et astuces) à retenir".

Nous croisons alors ces deux items pour l'ensemble de la promotion 2012-2013 et nous trouvons une dépendance (test du Khi-deux p -valeur=0,042).

	Dégager des idées à retenir		Total
	Jamais ou parfois	souvent ou toujours	
Le plus important pour réussir en mathématiques lorsque je travaille les exercices est de savoir refaire les exercices donnés par le professeur	16	18	34
s'entraîner à résoudre des exercices en plus de ceux donnés par le professeur	4	4	8
repérer des exercices types et connaître des méthodes et astuces pour les résoudre	13	38	51
Total	33	60	93

Tableau de dépendance 90 ; Croisement des items Le plus important pour réussir en mathématiques lorsque je travaille les exercices et J'essaie de dégager des idées (exemples, méthodes et astuces) à retenir

Nous notons que la plus grande proportion (41% de l'ensemble) est celle des étudiants qui trouvent que le plus important pour réussir en mathématiques lorsqu'ils travaillent les exercices est de repérer des exercices types et des méthodes et qui essayent souvent tout toujours de dégager des idées à retenir. Parmi ces étudiants, 82% sont de voie S.

Interprétations et conjectures

Nous devons signaler que l'item étudié ici concerne un avis sur la réussite, pas une déclaration sur la fréquence de ce qui est fait. Il faut donc considérer la possibilité d'un éventuel écart entre le jugement des étudiants et ce qu'ils font vraiment pour les interprétations.

Nous nous intéressons particulièrement à la distinction très marquée entre les deux voies, en dépit des différences qui existent au sein de chaque voie.

Le plus important pour réussir en voie S

Les étudiants de voie S sont majoritaires à s'orienter clairement vers un travail sur les exercices qui vise à repérer des exercices types et connaître des méthodes et astuces pour les résoudre. Ainsi, ils cherchent à repérer des éléments génériques qu'ils peuvent réinvestir en les appliquant à d'autres situations. En faisant référence aux styles de travail par rapport aux exercices déjà rencontrés qu'évoque Castela (2004) dans la comparaison entre université et CPGE, nous pouvons dire que les étudiants de voie S se situeraient dans une perspective de décontextualisation et de transfert.

À travers nos échanges avec les professeurs de cette voie, il apparaît clairement que les réponses des étudiants reflètent les choix didactiques de leurs professeurs. En effet, à travers son cours, L.D. cherche toujours à identifier et signaler les méthodes que les étudiants doivent retenir: « *j'essaye de leur dire quand il y a des méthodes, ils font un point normalement dans la marge ou un attention* ». De plus, il essaye de les former à faire de même en les encourageant à avoir un cahier dans lequel ils « *fichent* » les exercices classiques qui leur apprennent quelque chose afin de les revoir en préparant les DS. En outre, il répète toujours aux étudiants que sa sélection d'exercices et de démonstrations n'est pas arbitraire, qu'il fait toujours des choix stratégiques en sélectionnant ceux qui apportent des éléments réutilisables et éventuellement utiles pour les concours. D'ailleurs, quand nous lui avons demandé ce qu'il trouve le plus important dans la résolution d'exercices, avant même de lui montrer les modalités de réponse proposées, il nous a répondu : « *c'est dégager des idées générales, enfin oui essayer de dégager une généralité ou quelque chose, un aspect formateur de l'exercice, cet exercice là qu'il faut résoudre, qu'est-ce qu'il m'apporte et est-ce que je pourrai le réutiliser ?* ». Pour expliquer son choix de la troisième modalité, un étudiant de K nous dit lors de l'entretien : « *surtout que dans les DS il y a pas mal d'exercices types même si c'est*

parfois caché mais ça revient sur des morceaux qu'on connaît quoi ». Une autre étudiante de K nous explique ce qu'elle travaille lorsqu'elle commence les révisions d'un DS en avance : *« je ne refaisais pas forcément les exercices, mais je regardais les exercices du cours pour voir comment, justement quelles étaient les astuces qui sont présentes dans le cours que la prof nous fait noter »*. Ces deux exemples montrent que les étudiants ont bien intériorisé le discours de leur professeur quant aux aspects génériques des exercices.

Quant à Z.H., s'il ne dit pas les choses aussi explicitement que L.D., il cherche aussi à transmettre à ses étudiants l'idée qu'il faut toujours chercher le raisonnement derrière un exercice ou une démonstration plutôt que de retenir le résultat : *« j'essaye autant que possible de leur expliquer d'où ça vient, que ça tombe pas du ciel, qu'il y a des raisons assez simples, [...] je ne fais qu'insister là-dessus sur les idées »*. Pour lui, comme nous l'avons déjà vu dans la partie consacrée aux démonstrations ci-avant, ce qui compte le plus est de repérer dans tout ce qui est traité (exercices, exemples, démonstrations...) les techniques qui peuvent être reproduites dans d'autres situations. Il insiste sur le fait que *« les techniques sont toujours les mêmes »* et que *« [son] travail, c'est de leur montrer que c'est toujours pareil »*, en d'autres termes il s'agit de l'aspect générique des problèmes mathématiques. Tout ce qu'il fait correspond à des exercices types : *« je ne fais que des exercices types [...] mon cours entier est un exercice type, il y a que ça, je ne m'amuse pas à mettre des superflus dans le cours »*. Il trouve que c'est difficile à comprendre pour les étudiants à cause de leur définition d'exercice-type : *« ils attendent quelque chose, un schéma qui serait découpé une fois pour toute et il y a plus qu'à lui changer les valeurs numériques. Il n'y en a plus, désolé, ça n'existe plus ça, changer les valeurs numériques et mettre la même formule dans la calculette mettre entrer et avoir le résultat, c'est ça qu'ils appellent exercice type, ça n'existe plus »*. Ainsi, il leur est difficile de repérer toutes les techniques qui se glissent dans le cours de Z.H. *« c'est une telle charge pour eux, technique, que c'est dur »*, mais ils sont nombreux à essayer de le faire.

Il faut toutefois noter que les deux professeurs évitent d'utiliser le mot "astuce" qui a une connotation négative pour eux et pour les étudiants. Z.H. trouve que *« astuce, ça veut dire j'apprends par cœur et que je réfléchis pas »* et L.D. dit que les étudiants *« aiment pas trop parce qu'ils ont l'impression qu'astuce c'est le truc qui ne sert qu'une fois et qu'on ne peut pas trouver soi-même »*. Ils préfèrent les termes "technique" ou "méthode" ou "choses classiques".

Le plus important pour réussir en voie T

A contrario, pour les étudiants de voie T, le plus important pour réussir lorsqu'ils travaillent les exercices est de savoir refaire les exercices donnés par le professeur. Ceci

semble être en rapport avec les choix de H.C. qui sont adaptés aux besoins et capacités de son public particulier même s'ils ne correspondent pas vraiment à ses convictions. H.C. nous explique que *« si le but du jeu, c'est uniquement de refaire les mêmes exos, [...] moi je serais pas tombé amoureux des mathématiques si tu veux, si j'avais perçu les maths comme ça [...] pour moi les maths c'est quand même un art du raisonnement »*. Ainsi, il essaye de pousser ses étudiants à chercher en insistant qu'en mathématiques, tout n'est pas *« toujours pareil »*, il n'y a pas que des démarches systématiques tant appréciées par tous, notamment par les marocains, *« du style écoute tu t'embêtes pas, quand t'as ça, tu fais comme ci comme ça, tac, tac »*. Une de ses étudiantes nous dit lors de l'entretien : *« Mr. H.C. a bien fait comprendre que c'était des mathématiques, c'est à nous de chercher, qu'il y a plusieurs équations ou formules à mettre en place, c'est à nous de savoir laquelle, il n'y en a pas une qui est faite pour tout »*. Cependant, avec ses étudiants qui manquent pour la plupart d'initiative et de créativité et qui ont d'énormes lacunes en mathématiques, H.C. se trouve obligé d'admettre la nécessité de maîtriser la résolution en soi : *« moi je pense que même si ce n'est pas le but ultime, il y a des trucs qu'il faut savoir faire vraiment, [...] là je suis pour l'exercice répétitif alors que je sais que ce n'est pas la mode à l'heure actuelle dans l'éducation »*.

Il semble donc que les classes préparatoires conduisent plus d'étudiants de voie T à adopter un style de travail rencontré chez les étudiants moyens ou bons de la voie S de lycée (formes d'études efficaces au lycée, repérées chez les étudiants de Première S par Castela, 2007a, 2007c, 2009) et dominant chez les étudiants en réussite à l'université (Castela, 2004), orienté vers la reproduction des exercices traités en classe. Nous pensons que ce mode de travail n'est pas indispensable à la réussite dans la filière SMTG de lycée. Par contre, pour les étudiants de voie S, nous pouvons conjecturer que les classes préparatoires favorisent la construction de connaissances technologiques pratiques. Les deux professeurs de voie S mettent en avant ces connaissances à travers leur discours et leurs dispositifs, ce qui explique certainement en partie le comportement de leurs étudiants.

Par ailleurs, le fait de s'entraîner à résoudre des exercices en plus de ceux donnés par le professeur est l'option la moins choisie dans les deux voies. Nous retrouvons des taux convergents vers ce résultat dans la suite pour l'item *"Jje travaille des exercices supplémentaires"*.

Enfin, nous devons signaler deux exceptions que nous notons pour cet item : il s'agit des classes de B 2012-2013 et K 2012-2013. Pour B 2012-2013, les étudiants qui choisissent la première modalité (53%) sont nettement plus nombreux que leurs prédécesseurs de la promotion 2011-2012 (35%) tandis qu'uniquement 5% disent s'entraîner à résoudre des exercices en plus. Il semble donc que la classe B 2012-2013 est celle où le plus grand

nombre d'étudiants s'éloignent de la recherche personnelle et de l'initiative. Cependant, refaire les exercices donnés par le professeur nécessite quand même un travail dont on n'est pas certains qu'il soit fait étant donné le manque de sérieux et d'assiduité de cette classe. Nous avançons alors l'hypothèse d'un écart entre le jugement de ces étudiants quant à ce qui est le plus important et ce qu'ils font réellement. Quant à K 2012-2013, le taux exceptionnel de 76% pour la troisième modalité pourrait indiquer un fort degré de conformité des étudiants aux conseils de leur professeur, mis en évidence par le taux de 0% pour la deuxième modalité que nous attribuons au fait que ces étudiants considèrent ce que propose le professeur comme suffisant (cf. chapitre XI).

3.2 Les différentes catégories d'exercices travaillés pour les révisions d'un DS

Nous nous intéressons maintenant aux différentes catégories d'exercices que les étudiants travaillent lors des révisions d'un DS.

Nous considérons les items suivants (de la catégorie "Quand je révise avant un DS") :

- Je travaille tous les exercices (si le programme de révision n'est pas trop lourd) ;
- Je travaille les exercices qui ont plus de chances de tomber ;
- Je travaille les exercices les plus simples ;
- Je travaille les exercices longs ;
- Je travaille les exercices que j'ai peu ou pas cherchés ;
- Je travaille les exercices que j'ai cherchés et trouvés ;
- Je travaille les exercices qui m'ont posé problème ;
- Je travaille des exercices supplémentaires (livres, manuels, annales d'exercices corrigés, sites internet...).

Je travaille tous les exercices (si le programme de révision n'est pas trop lourd)

Globalement

Le fait de travailler tous les exercices pour les révisions d'un DS est une pratique moyennement répandue.

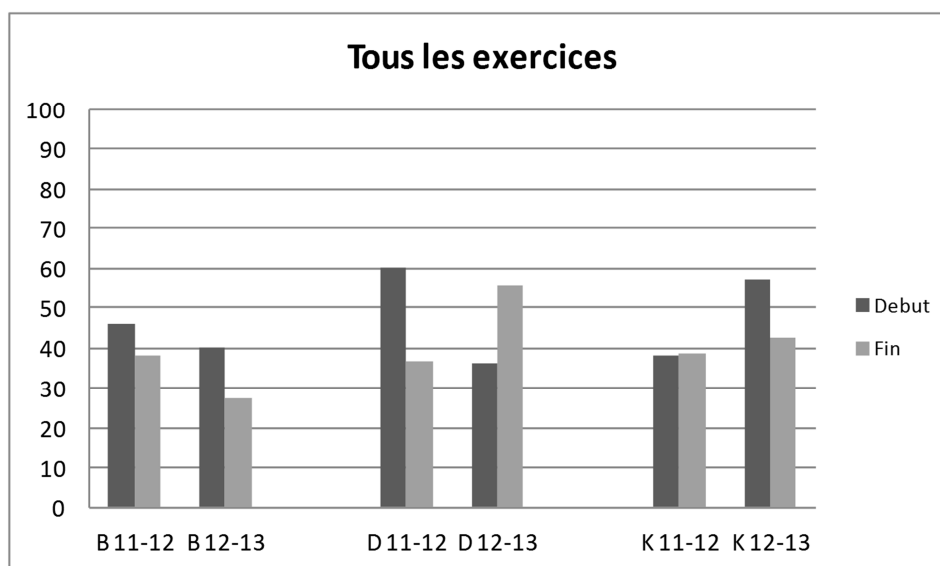


Diagramme en barres 45 : Je travaille tous les exercices (si le programme de révision n'est pas trop lourd)

En effet, nous observons qu'en fin d'année de prépa, le taux d'étudiants qui travaillent souvent ou toujours tous les exercices en révisant pour un DS s'homogénéise autour du taux moyen de 40%. Nous signalons deux exceptions : un taux de 28% à B 2012-2013 et un taux de 56% à D 2012-2013.

Pour cet item, nous ne notons aucune évolution significative.

Par ailleurs, il n'y a aucune dépendance avec cet item pour l'ensemble. Cependant, pour les étudiants de voie T, nous notons une dépendance avec le lycée d'origine d'une part (test du Khi-deux, pvalue=0,001) et avec le niveau* d'autre part test du Khi-deux, pvalue=0,004).

Je travaille tous les exercices (souvent ou toujours)	Répartition selon le lycée d'origine (pour les T)		Répartition selon le niveau* (pour les T)		
	Maroc 60%	France 20%	b 58%	m 54%	f 19%

Tableau de dépendance 91 : Je travaille tous les exercices

Nous pouvons voir que cette pratique est plus répandue parmi les marocains (60%), ou encore les bons (58%) et moyens (54%), mais peu parmi les faibles (19%).

Je travaille les exercices qui ont plus de chances de tomber

Globalement

Les étudiants qui travaillent les exercices qui ont le plus de chance de tomber souvent ou toujours sont très nombreux.

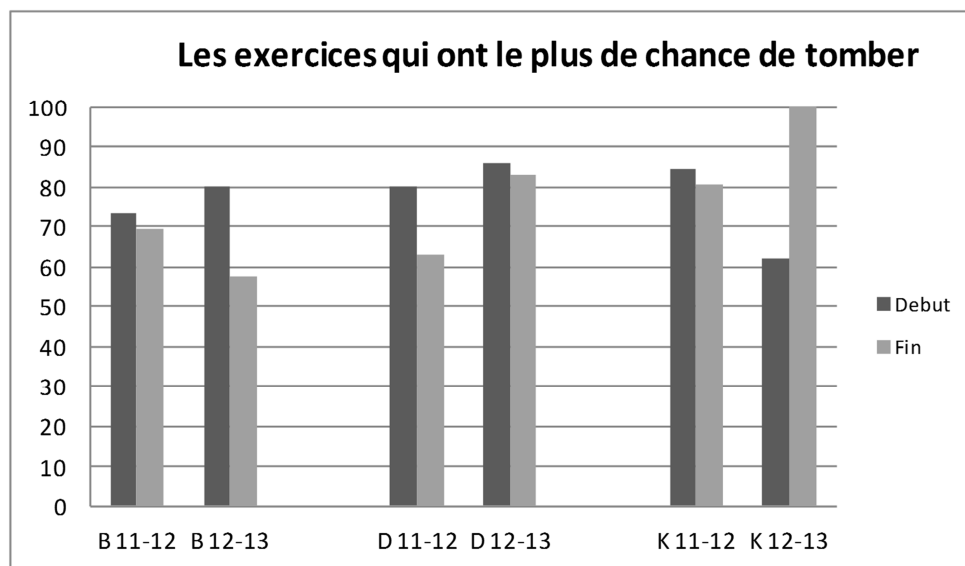


Diagramme en barres 46 : Je travaille les exercices qui ont plus de chances de tomber

Le fait de travailler les exercices qui ont le plus de chance de tomber est une pratique très répandue en Terminale ainsi qu'en fin de classe préparatoire.

Il existe des différences entre les classes en début et en fin d'année, mais globalement nous observons qu'il y a une baisse par rapport à la Terminale, le taux moyen passe de 75% à 70% (mais baisse statistiquement non significative).

Nous notons une exception à K 2012-2013 : le taux part de la valeur la plus faible en fin de Terminale (62%) et subit une hausse statistiquement significative (test de McNemar, $p\text{valeur}=0$) pour atteindre un taux exceptionnel de 100% en fin d'année de prépa.

Pour cet item, nous notons une dépendance pour l'ensemble selon la voie (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,004$) et selon le lycée (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,002$).

	Répartition selon la voie (pour l'ensemble)		Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)		
	T 62%	S 80%	B 62%	D 74%	K 89%
Je travaille les exercices qui ont le plus de chance de tomber (souvent ou toujours)					

Tableau de dépendance 92 : Je travaille les exercices qui ont le plus de chance de tomber

Malgré les différences entre les deux promotions pour chaque lycée, les taux moyens indiquent que cette pratique est plus répandue parmi les étudiants de voie S (80%) que ceux de voie T (62%), ainsi qu'à K (89%) plus qu'à D (74%). Une dépendance avec le lycée pour les étudiants de voie S (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,022$) souligne cette différence entre D et K.

Je travaille les exercices les plus simples

Globalement

En fin de première année de prépa, les étudiants sont majoritaires à travailler les exercices les plus simples souvent ou toujours lors des révisions d'un DS.

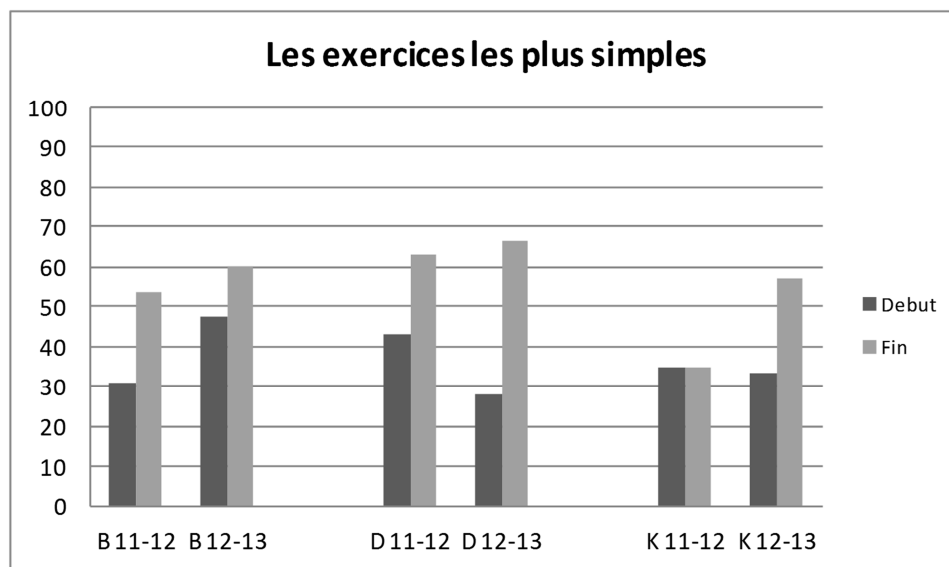


Diagramme en barres 47 : Je travaille les exercices les plus simples

Sur l'ensemble, nous relevons un taux moyen de ceux qui le font d'environ 60% en fin d'année préparatoire, suite à une hausse statistiquement significative par rapport à la Terminale (test de McNemar, $p\text{valeur}=0$). Nous notons aussi des hausses statistiquement significatives à B (test de McNemar, $p\text{valeur}=0,043$) et à D (test de McNemar, $p\text{valeur}=0$). Une classe se présente comme une exception, K 2011-2012, avec un taux faible qui reste stable à 35%.

Par ailleurs, pour l'ensemble et en fin de première année de prépa, nous trouvons une dépendance entre cet item et d'une part le lycée (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,048$), d'autre part le niveau (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,06$).

	Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)		
Je travaille les exercices les plus simples (souvent ou toujours)	B 58%	D 65%	K 45%

Tableau de dépendance 93 : Je travaille les exercices les plus simples (1)

	Répartition selon le niveau (pour l'ensemble)		
Je travaille les exercices les plus simples (souvent ou toujours)	b 33%	m 53%	f 66%

Tableau de dépendance 94 : Je travaille les exercices les plus simples (2)

La première dépendance souligne les différences entre les trois lycées. Ensuite, nous observons que ce sont surtout les faibles (66%) puis les moyens (53%) qui font souvent ou toujours les exercices les plus simples mais nettement moins les bons (33%).

De plus, pour les étudiants de voie S, nous notons une dépendance avec le lycée (test du Khi-deux, p valeur=0,015) et le niveau* (test du Khi-deux, p valeur=0,001).

	Répartition selon le lycée (pour les S)	
Je travaille les exercices les plus simples (souvent ou toujours)	D 65%	K 45%

Tableau de dépendance 95 : Je travaille les exercices les plus simples (3)

	Répartition selon le niveau* (pour les S)		
Je travaille les exercices les plus simples (souvent ou toujours)	b 18%	m 50%	f 70%

Tableau de dépendance 96 : Je travaille les exercices les plus simples (4)

La première dépendance souligne la différence entre K et D, qui résulte surtout du taux exceptionnellement bas de K en 2011-2012. Ensuite, l'opposition signalée ci-avant pour l'ensemble entre les bons (18%) et les faibles (70%) est renforcée pour la voie S, tandis que les moyens gardent une position intermédiaire.

Je travaille les exercices longs

Globalement

Les étudiants qui travaillent les exercices longs souvent ou toujours pour un DS en fin de prépa sont relativement nombreux.

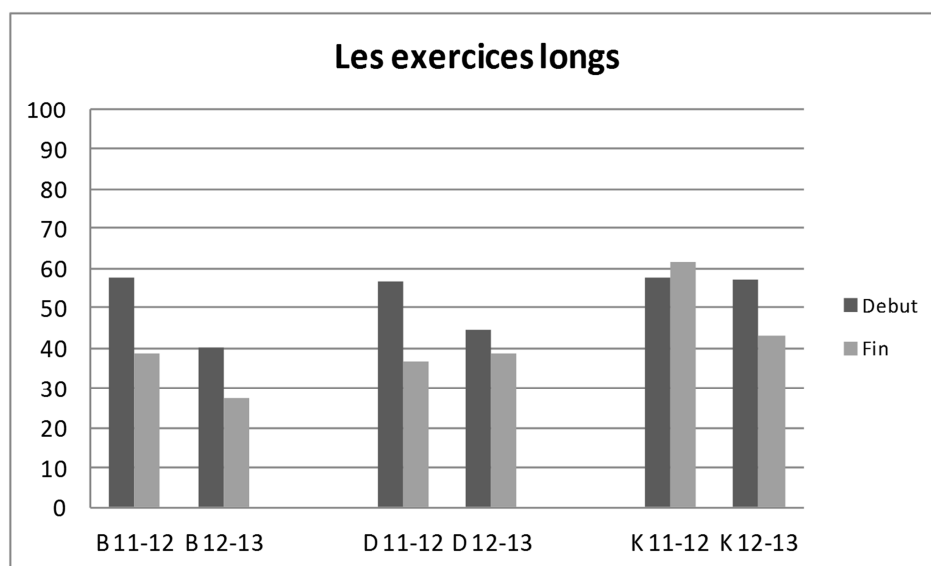


Diagramme en barres 48 : Je travaille les exercices longs

En cours d'année de prépa, le taux d'étudiants qui travaillent les exercices longs souvent ou toujours subit une baisse statistiquement significative par rapport à la Terminale (test de McNemar, $p\text{valeur}=0,013$) pour atteindre un taux moyen en fin d'année d'environ 40%. Nous notons une exception encore à K en 2011-2012 où le taux connaît une hausse pour atteindre une valeur très forte de 62%, et une autre moins marquée à B 2012-2013 où le taux est plus faible qu'ailleurs (28%).

Pour cet item, nous trouvons une dépendance avec le lycée d'une part (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,034$) et avec le niveau d'autre part (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0$).

Je travaille les exercices longs (souvent ou toujours)	Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)		
	B 31%	D 38%	K 53%

Tableau de dépendance 97 : Je travaille les exercices longs (1)

	Répartition selon le niveau (pour l'ensemble)		
Je travaille les exercices longs (souvent ou toujours)	b 75%	m 42%	f 29%

Tableau de dépendance 98 : Je travaille les exercices longs (2)

Cette pratique est moyennement répandue à B (31%) et D (38%), plus présente à K (53%) où le taux moyen est affecté par celui de la promotion 2011-2012.

De plus, les bons sont majoritaires à travailler les exercices longs souvent ou toujours (75%), mais moins les moyens (42%) et encore moins les faibles (29%).

En outre, nous notons une dépendance pour la voie S avec le niveau* (test du Khi-deux, pvaleur=0,009).

	Répartition selon le niveau* (pour les S)		
Je travaille les exercices longs (souvent ou toujours)	b 82%	m 46%	f 35%

Tableau de dépendance 99 : Je travaille les exercices longs (3)

Nous observons une opposition très marquée entre les bons (82%) et les faibles (35%).

De même, pour la voie T, nous notons une dépendance de cet item avec le lycée d'origine d'une part (test du Khi-deux pvaleur=0,07) et avec le niveau* d'autre part (test du Khi-deux pvaleur=0,003).

	Répartition selon le lycée d'origine (pour les T)		Répartition selon le niveau* (pour les T)		
Je travaille les exercices longs (souvent ou toujours)	Maroc 52%	France 22%	b 69%	m 27%	f 21%

Tableau de dépendance 100 : Je travaille les exercices longs (3)

Nous pouvons alors voir l'opposition entre les marocains (52%) et non marocains (22%), et entre les bons d'une part (69%) et les faibles et moyens d'autre part.

Je travaille les exercices que j'ai peu ou pas cherchés

Globalement

En fin d'année de prépa, les étudiants de voie S sont très nombreux à souvent ou toujours travailler les exercices peu ou pas cherchés, tandis que c'est moins le cas en voie T.

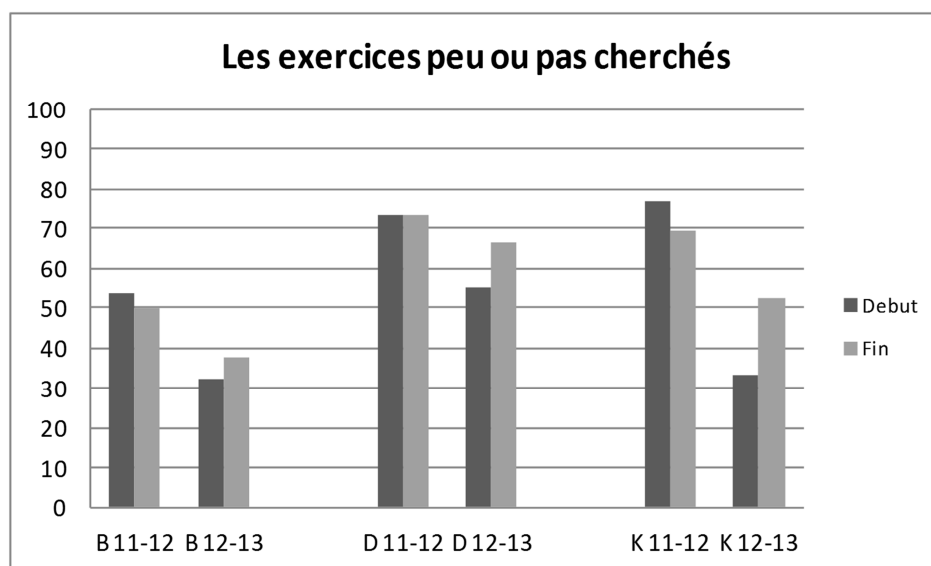


Diagramme en barres 49 : Je travaille les exercices que j'ai peu ou pas cherchés

Pour cet item, nous notons des différences entre les deux voies ainsi qu'au sein de chaque lycée, en début d'année et en fin d'année. Il semble que cette pratique soit très répandue en voie S à la fin de la première année de prépa. Cependant, K 2012-2013 se démarque par un taux de 52% nettement inférieur au taux des trois autres classes S qui se rapproche de 70%. En voie T, la moitié des étudiants de B 2011-2012 travaillent les exercices peu ou pas cherchés souvent ou toujours en révisant pour un DS, tandis qu'à B 2012-2013, ils ne sont que 38% à le faire.

Nous ne notons aucune évolution statistiquement significative pour cet item.

Nous notons une dépendance de cet item avec la voie (test du Khi-deux, pvalue=0,001) et avec le lycée (test du Khi-deux, pvalue=0,003).

	Répartition selon la voie (pour l'ensemble)		Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)		
Je travaille les exercices que j'ai peu ou pas cherchés (souvent ou toujours)	T 42%	S 66%	B 42%	D 70%	K 62%

Tableau de dépendance 101 : Je travaille les exercices que j'ai peu ou pas cherchés (1)

Ces deux dépendances soulignent la différence entre les étudiants de voie S (66%) et ceux de voie T (42%), ainsi que la différence moins marquée entre les deux lycées D et K qui résulte essentiellement du taux à K 2012-2013.

Nous notons aussi une dépendance de cet item avec le niveau pour l'ensemble (test du Khi-deux, p valeur=0,029).

	Répartition selon le niveau (pour l'ensemble)		
Je travaille les exercices que j'ai peu ou pas cherchés (souvent ou toujours)	b 58%	m 69%	f 50%

Tableau de dépendance 102 : Je travaille les exercices que j'ai peu ou pas cherchés (2)

Cette pratique est surtout répandue parmi les moyens (69%), ensuite les bons (58%) et un peu moins les faibles (50%).

Je travaille les exercices que j'ai cherchés et trouvés

Globalement

Pour cet item, les taux en fin d'année diffèrent d'un lycée à l'autre.

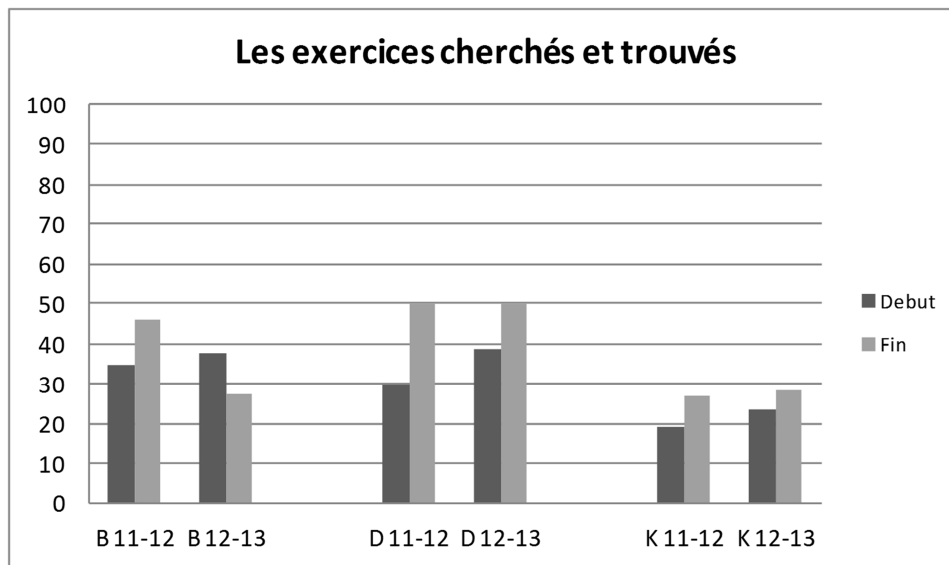


Diagramme en barres 50 : Je travaille les exercices que j'ai cherchés et trouvés

Nous pouvons voir qu'en fin de première année de prépa, la moitié des étudiants de D travaillent souvent ou toujours les exercices cherchés et trouvés pour les révisions d'un DS. Ce taux est nettement inférieur à K, il est d'environ 28%. Enfin à B, il y a une nette différence entre les deux promotions : 46% en 2011-2012 et 28% en 2012-2013.

Ce taux est à la hausse par rapport à la Terminale partout sauf à B 2012-2103. Cependant, nous ne notons pas d'évolution statistiquement significative.

Pour cet item, en fin d'année, nous notons une dépendance avec le lycée pour l'ensemble (test du Khi-deux, pvalue=0,021) ainsi que pour la voie S (test du Khi-deux, pvalue=0,09).

	Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)		
Je travaille les exercices que j'ai cherchés et trouvés (souvent ou toujours)	B 35%	D 50%	K 28%

Tableau de dépendance 103 : Je travaille les exercices que j'ai cherchés et trouvés

Ces dépendances soulignent les différences entre les trois lycées d'une part, entre D et K d'autre part.

Je travaille les exercices qui m'ont posé problème

Globalement

En fin d'année de prépa comme en Terminale, les étudiants sont très majoritaires partout à travailler les exercices qui leur ont posé problème souvent ou toujours pour les révisions d'un DS.

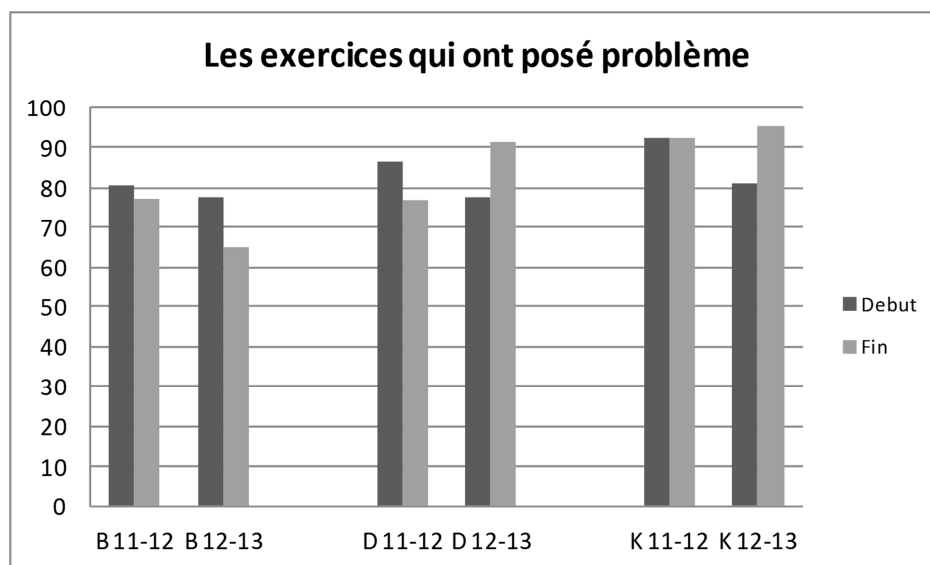


Diagramme en barres 51 : Je travaille les exercices qui m'ont posé problème

Le taux moyen sur l'ensemble de ceux qui travaillent souvent ou toujours ces exercices en fin de première année de prépa est d'environ 80% en voie S et 70% en voie T, sachant que nous notons des différences entre les classes.

Les évolutions par rapport à la Terminale ne sont pas statistiquement significatives et varient d'une classe à l'autre.

Nous notons alors une dépendance de cet item pour l'ensemble avec la voie d'une part (test du Khi-deux, $p_{\text{valeur}}=0,001$) et le lycée d'autre part (test du Khi-deux, $p_{\text{valeur}}=0,004$).

	Répartition selon la voie (pour l'ensemble)		Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)		
	T 70%	S 88%	B 70%	D 85%	K 94%
Je travaille les exercices qui m'ont posé problème (souvent ou toujours)					

Tableau de dépendance 104 : Je travaille les exercices qui m'ont posé problème (1)

Ces dépendances soulignent la différence entre les deux voies S (88%) et T (70%), ainsi que la différence moins marquée entre K (94%) et D (85%) qui résulte du taux de D 2011-2012 plus faible que celui des trois autres classes de voie S.

De plus, nous trouvons une dépendance de cet item pour l'ensemble avec le niveau (test du Khi-deux, $p_{\text{valeur}}=0,001$).

	Répartition selon le niveau (pour l'ensemble)		
	b 92%	m 93%	f 72%
Je travaille les exercices qui m'ont posé problème (souvent ou toujours)			

Tableau de dépendance 105 : Je travaille les exercices qui m'ont posé problème (2)

Les faibles (72%) sont nettement moins nombreux que les autres (92% en moyenne) à travailler souvent ou toujours les exercices qui leur ont posé problème, sachant qu'ils restent très majoritaires.

Pour les T, nous notons aussi une dépendance avec le niveau* (test du Khi-deux, $p_{\text{valeur}}=0,001$), ainsi qu'une dépendance avec le lycée d'origine (test du Khi-deux, $p_{\text{valeur}}=0,001$).

	Répartition selon le lycée d'origine (pour les T)		Répartition selon le niveau* (pour les T)		
	Maroc 95%	France 58%	b 100%	m 91%	f 55%
Je travaille les exercices qui m'ont posé problème (souvent ou toujours)					

Tableau de dépendance 106 : Je travaille les exercices qui m'ont posé problème (3)

Nous pouvons voir que les faibles T (55%) sont moins nombreux que les autres à travailler souvent ou toujours les exercices qui leur ont posé problème, l'écart étant très marqué avec les bons (100%) et les moyens (91%). C'est aussi le cas des non-marocains (58%).

Je travaille des exercices supplémentaires (livres, manuels, annales d'exercices corrigés, sites internet...)

Globalement

Pour cet item, nous avons une situation particulière à D qui le différencie des deux autres lycées par un taux exceptionnellement élevé d'étudiants qui travaillent souvent ou toujours des exercices supplémentaires en révisant pour un DS.

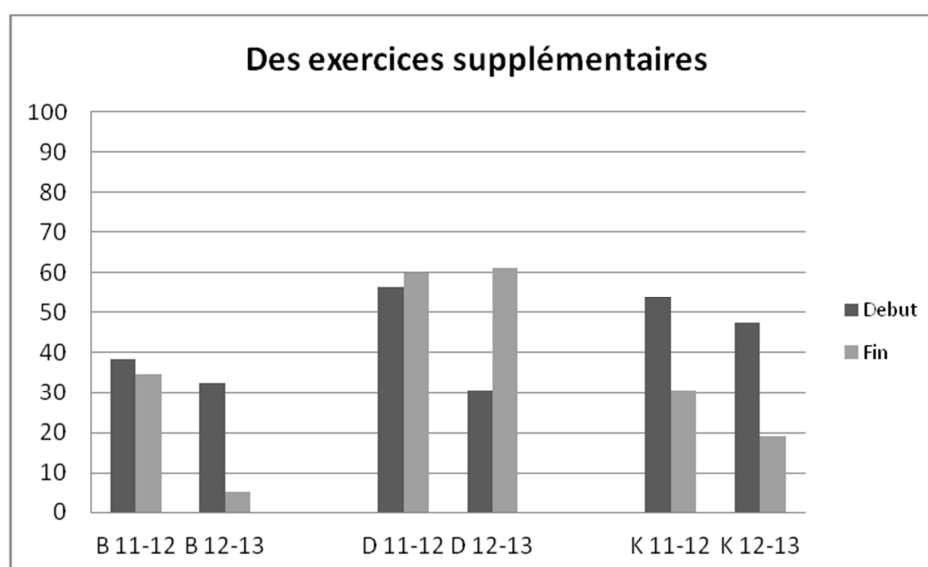


Diagramme en barres 52 : Je travaille des exercices supplémentaires (livres, manuels, annales d'exercices corrigés, sites internet...)

En fin de Terminale, chercher des exercices supplémentaires (livres, manuels, annales d'exercices corrigés, sites internet...) est plus courant en voie S qu'en voie T. Cependant, à la fin de l'année de prépa, cette différence entre les deux voies devient une différence entre D et les deux autres lycées. En effet, les taux à B et K subissent une baisse, tandis que les taux à D sont en forte hausse pour atteindre 60% en fin d'année.

Nous notons alors plusieurs évolutions statistiquement significatives : d'abord une baisse à B en 2012-2013 (test de McNemar, $p\text{valeur}=0,001$) qui déclenche une baisse pour l'ensemble des deux promotions (test de McNemar, $p\text{valeur}=0,017$), ensuite une baisse à K pour l'ensemble des deux promotions (test de McNemar, $p\text{valeur}=0,017$), enfin une hausse à D en 2012-2013 (test de McNemar, $p\text{valeur}=0$).

Par ailleurs, nous trouvons une dépendance de cet item pour l'ensemble avec la voie d'une part (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0$) et avec le lycée d'autre part (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0$).

	Répartition selon la voie (pour l'ensemble)		Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)		
Je travaille des exercices supplémentaires (souvent ou toujours)	T 17%	S 46%	B 17%	D 61%	K 26%

Tableau de dépendance 107 : Je travaille des exercices supplémentaires (1)

Il est clair que la dépendance selon la voie découle d'une dépendance selon le lycée étant donné que D se différencie pour les deux promotions de B et K qui ont des taux moyens plus proches. Il s'agit donc d'un lycée qui se distingue des deux autres avec un taux nettement plus fort (61%) plutôt que d'une différence au niveau de la voie. Ceci est aussi confirmé par une dépendance avec le lycée pour la voie S (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0$).

Par ailleurs, cette pratique dépend du niveau des étudiants pour l'ensemble (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0,028$).

	Répartition selon le niveau (pour l'ensemble)		
Je travaille des exercices supplémentaires (souvent ou toujours)	b 29%	m 47%	f 29%

Tableau de dépendance 108 : Je travaille des exercices supplémentaires (2)

Il semble que les exercices supplémentaires sont surtout travaillés par les étudiants moyens.

Liens avec d'autres items

Nous croisons cet item avec l'item "*Le plus important pour réussir en mathématiques lorsque je travaille les exercices*" et nous trouvons une dépendance (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0$).

	Le plus important pour réussir en mathématiques lorsque je travaille les exercices est de			Total
	savoir refaire les exercices donnés par le professeur	s'entraîner à résoudre des exercices en plus de ceux donnés par le professeur	repérer des exercices types et connaître des méthodes et astuces pour les résoudre	
Je travaille des exercices supplémentaires jamais ou parfois	48	7	57	112
souvent ou toujours	8	20	32	60
Total	56	27	89	172

Tableau de dépendance 109 : Croisement des items *Je travaille des exercices supplémentaires* et *Le plus important pour réussir en mathématiques lorsque je travaille les exercices*

Ce croisement indique que parmi ceux qui trouvent que le plus important pour réussir est de "*s'entraîner à résoudre des exercices en plus de ceux donnés par le professeur*", 74% font des exercices supplémentaires souvent ou toujours, tandis que ce taux est d'uniquement 14% parmi ceux qui répondent "*savoir refaire les exercices donnés par le professeur*". En dernier lieu, parmi les étudiants qui répondent "*repérer des exercices types et connaître des méthodes et astuces pour les résoudre*", un peu plus du tiers font des exercices supplémentaires souvent ou toujours, sans doute afin d'y mettre en application des astuces et méthodes, voire en repérer encore d'autres.

Nous croisons ensuite cet item avec l'item concernant les ressources complémentaires de cours (cf. chapitre XI) uniquement pour les étudiants de D où les taux en fin d'année sont élevés. Nous trouvons aussi une dépendance (test du Khi-deux, $p\text{valeur}=0$).

		J'ai recours à d'autres sources d'informations que le cours du professeur		Total
		jamais ou parfois	souvent ou toujours	
Je travaille des exercices supplémentaires	jamais ou parfois	12	14	26
	souvent ou toujours	3	37	40
Total		15	51	66

Tableau de dépendance 110 : Croisement des items Je travaille des exercices supplémentaires et J'ai recours à d'autres sources d'informations que le cours du professeur

Nous notons que la plus grande proportion est celle des étudiants qui cherchent souvent ou toujours des ressources supplémentaires de cours et qui font aussi souvent ou toujours des exercices supplémentaires (56% des étudiants de D), répartis de façon égale entre les deux promotions. Ceci indique qu'il s'agit en grande partie des mêmes étudiants qui cherchent les deux types de ressources complémentaires (cours et exercices).

Interprétations et conjectures

Pour tous les items de cette partie, les réponses des étudiants dépendent sans doute de ce qu'ils entendent par "travailler" un exercice. Comme le note Z.H., tous les étudiants ne "travaillent" pas les exercices de la même manière parce qu'ils sont nombreux à ne pas savoir travailler : *« j'ai peur que ce soit toujours cet esprit de vouloir survoler des choses et de ne pas les approfondir. Donc ce que beaucoup font je pense, c'est qu'ils considèrent qu'ils ont fait un exercice lorsqu'ils ont lu l'énoncé et qu'ils ont lu la correction, sans même la partie réflexion. »*. Parmi les trois professeurs interviewés, L.D. semble être le seul à préciser à ses étudiants exactement quels exercices ils doivent travailler pour un DS : *« je leur dis de faire les exercices qu'il y a dans le cours [...] comme pour les DS normalement, ils ont pas le temps de tout refaire, c'est ceux qui sont dans le cours et qui ont été fichés c'est les plus représentatifs »*. Toutefois, cela ne contraint les étudiants en rien, comme nous le voyons, et ne les empêche pas non plus de travailler d'autres exercices.

Travailler tous les exercices

Le taux moyen de 40% d'étudiants qui travaillent souvent ou toujours tous les exercices avant un DS nous paraît vraisemblable. Une étudiante de B nous explique comment elle réussit à les faire "tous" : *« parce qu'en fait Mr. H.C. dans sa feuille d'exercices, il met d'abord des exercices assez faciles au début, et des plus dures à la fin. Donc il faut en prendre quelques uns de chaque pour comprendre la méthode. Quand on a fait les premières de la première partie, on est capable de faire la suite »*. Nous cherchons alors à comprendre le taux de D 2012-2013 (55%) qui se démarque des autres. Nous pensons

que ce taux est plausible étant donné que 56% des étudiants de cette classe disent entamer les révisions d'un DS au moins une semaine en avance (cf. chapitre IX). Ils bénéficient donc d'une marge temporelle que les autres classes n'ont pas, ce qui leur laisserait le temps de travailler tous les exercices. De plus, Z.H. nous confirme que le taux est admissible : *« oui je le crois, que la moitié de la classe bosse vraiment tous les exercices, je le crois. Encore une fois là où le problème est, c'est qu'est-ce qu'ils appellent travailler. Mais qu'il y ait la moitié qui cherche vraiment, ça je peux bien croire. »*.

Travailler les exercices qui ont le plus de chance de tomber

Le fait d'avoir autant d'étudiants qui travaillent souvent ou toujours les exercices qui ont le plus de chance de tomber est "normal" comme le dit Z.H. En effet, ces étudiants préparent dès la première année le concours, leurs DS sont inspirés de sujets d'épreuves de concours, il va de soi qu'ils cherchent surtout les exercices type-concours pour les travailler. Un étudiant de K nous dit : *« dès qu'il y a un exercice type [le professeur] nous prévient, il nous dit il faut faire attention, ça risque de retomber au DS, donc ça va tomber au DS surement »*. Le "bachotage" est une technique très répandue parmi les étudiants, certains vont même jusqu'à choisir les chapitres qui ont le plus de chance de tomber. Par exemple, ce même étudiant de K nous dit qu'il a révisé uniquement les polynômes et l'algèbre pour un DS et se justifie en disant : *« je sentais que le prof allait presque nous faire un tiers polynôme et un tiers fonctions »*.

Nous cherchons cependant à expliquer le taux exceptionnel à K en 2012-2013. Il est difficile de trouver une explication convaincante hormis le fait que nous pouvons voir dans ces réponses la traduction de l'effet du contrat didactique. Il semblerait que les étudiants de cette classe suivent presque religieusement les conseils de leur professeur. Cette dernière leur signale précisément quels exercices revoir pour un DS grâce au cahier de questions fichées. Cependant nous ne pouvons jamais exclure la possibilité que les étudiants répondent conformément à ce qu'ils savent que leur professeur attend sans le faire réellement.

Travailler les exercices longs et les plus simples

Concernant les exercices les plus simples, qui sont cherchés par environ 60% des étudiants, ils attirent particulièrement les étudiants faibles qui les trouvent accessibles, mais peu les bons étudiants qui les jugent sans doute inutiles pour la préparation d'un DS et visent d'autres genres d'exercices plus exigeants. A contrario, les exercices longs sont travaillés par près de 40% des étudiants, notamment de bons étudiants. Nous conjecturons que ces derniers sont plus patients et endurants que les faibles qui se décourageraient vite face à ce genre d'exercices qui nécessitent du temps, de l'effort et sans doute de la concentration, quelque soit leur niveau de difficulté. De plus, nous pouvons penser que les bons y trouvent des sources d'apprentissage plus riches que les exercices simples. Ces

deux items semblent être "complémentaires". En effet, pour chaque classe, plus les étudiants sont nombreux à faire les exercices les plus simples, moins ils sont nombreux à faire des exercices longs et vice-versa. De plus, les exercices longs sont majoritairement travaillés par les bons étudiants et peu par les faibles, tandis que pour les exercices les plus simples c'est exactement le contraire, les moyens ayant des taux intermédiaires dans les deux cas. Nous aurions pu croire qu'un étudiant qui dit faire l'un souvent ou toujours ferait l'autre jamais ou parfois. Cependant, nous ne trouvons pas de dépendance entre ces deux items afin de confirmer notre hypothèse.

Nous remarquons que K 2011-2012 se démarque largement par rapport aux autres classes pour ces deux items : un taux plus faible qu'ailleurs pour le premier item, indiquant que nettement moins d'étudiants que la moyenne font les exercices les plus simples ; un taux plus fort qu'ailleurs pour le second, indiquant que nettement plus d'étudiants que la moyenne font les exercices longs. Est-ce en rapport avec le fait que ces étudiants soient « *plus confiants, plus adultes, plus critiques* » comme les décrit L.D., qu'ils prennent de la distance ? Font-ils un choix stratégique quant aux exercices à travailler pour un DS ? De plus, nous notons que le taux de bons étudiants est plus élevé dans cette classe qu'ailleurs en voie S. Les taux de cette classe s'expliquent donc en partie par les dépendances de ces deux items avec le niveau qui indiquent que les bons étudiants de voie S sont nettement plus nombreux à faire les exercices longs et nettement moins nombreux à faire les exercices simples que les autres.

Pour les trois items suivants, Z.H. insiste sur le fait que les réponses des étudiants dépendent de leur façon de comprendre le verbe "chercher" : « *c'est vraiment le point central, qu'est-ce que c'est que chercher. Pour beaucoup chercher c'est recopier l'énoncé, et regarder l'énoncé pendant cinq minutes sans rien faire* ». Indépendamment de la perception des étudiants que nous ne pouvons caractériser, nous tentons d'expliquer les taux observés pour ces items en nous basant sur ce que nous disent les professeurs.

Travailler les exercices peu ou pas cherchés

Pour les exercices peu ou pas cherchés, il peut s'agir d'exercices que les étudiants n'ont pas cherchés chez eux par manque de temps ou d'initiative, étant donné que les étudiants qui cherchent les exercices donnés pour la prochaine séance sont peu nombreux, hormis ceux de K (cf. chapitre X). Selon Z.H., « *beaucoup se découragent avant même d'essayer, [...] pour beaucoup cela veut dire je relis l'énoncé bof je comprends rien je passe* ». Nous pouvons alors penser que de nombreux étudiants essayent de rattraper leur retard en travaillant pour le DS les exercices qu'ils n'avaient pas cherchés avant. Il peut aussi s'agir d'exercices que le professeur n'a pas cherchés en classe par manque de temps ou parce qu'il s'agit d'exercices supplémentaires ou d'une importance secondaire laissés volontairement. Dans ce cas, comme le dit Z.H., travailler ces exercices « *demande vraiment une autonomie* » de la part des étudiants. Alors il ne pousse pas vraiment les

étudiants à les travailler : « *non je les encourage pas, je les empêche pas non plus, c'est juste que j'en parle pas* ». Par ailleurs, L.D. « *n'insiste pas du tout* » sur les exercices que ses étudiants n'ont pas cherchés. Selon lui, ils cherchent ceux qu'ils trouvent atteignables en fonction des capacités de chacun et laissent ceux qui sont trop difficiles, comme dans un DS. Encore une fois nous attribuons le taux de K 2012-2013 nettement inférieur à celui des autres classes S au fait que les étudiants suivent de près les conseils de leur professeur qui n'encourage pas la recherche de ces exercices. Enfin, n'ayant pu obtenir aucune clarification de la part de H.C. concernant cet item, nous n'avons pas d'éléments pour expliquer la différence entre les deux voies.

Travailler les exercices cherchés et trouvés

En ce qui concerne les exercices cherchés et trouvés, il peut s'agir d'exercices que les étudiants ont cherchés chez eux, en devoir ou pas, ainsi que des exercices qu'ils ont travaillés en classe (séance de cours ou de TD), seuls ou avec le professeur et/ou les camarades. Nous avançons plusieurs hypothèses pour d'expliquer les taux observés. Nous commençons par K, où les deux promotions ont des taux inférieurs aux autres lycées. D'abord, L.D. nous dit qu'il n'encourage pas ses étudiants à revenir sur les exercices qu'ils ont déjà trouvés. Ensuite, nous rappelons que ces étudiants sont les seuls à être nombreux à chercher les exercices entre deux cours, alors cette catégorie recouvre pour eux nécessairement plus d'exercices que pour les autres. Ainsi nous pensons qu'ils n'ont pas le temps et n'éprouvent pas le besoin de revenir dessus pour un DS, ce qui expliquerait les faibles taux. Par ailleurs, pour le cas de B 2011-2012 et les deux promotions de D, nous attribuons les taux relativement forts au fait que dans ces classes plus de 40% des étudiants disent entamer les révisions d'un DS au moins une semaine en avance. Ils ont donc assez de temps pour refaire des exercices déjà travaillés, qui par ailleurs ne sont sans doute pas très nombreux vus les taux de l'item "*Je cherche les exercices donnés pour la fois suivante*". Nous pouvons aussi supposer que pour certains étudiants, ces exercices sont rassurants étant donné qu'ils ont déjà réussi à les faire auparavant. Ils les refont donc pour se donner confiance par rapport au DS. Ceci est cohérent avec les résultats de Castela qui trouve que certains étudiants qui ne peuvent pas ou ne savent pas développer des gestes d'étude autonomes « *puisent dans leur expérience lycéenne en consacrant leur travail de préparation des examens à la reprise des exercices résolus en TD* » (2011, p.79). Enfin, nous pouvons penser que certains étudiants refont ces exercices non dans le but de les résoudre à nouveau mais pour y chercher des idées à retenir.

Travailler les exercices qui ont posé problème

Par ailleurs, nous notons que les étudiants sont très majoritaires à travailler souvent ou toujours les exercices qui leur ont posé problème, notamment les bons étudiants. Nous précisons qu'il peut s'agir d'exercices qui ont posé problème lors de la correction en

classe ou en TD, pendant une colle ou même pendant un DS précédent, donc pas exclusivement pendant la phase de préparation. Une étudiante de B nous explique lors de l'entretien comment elle choisit les exercices à refaire : « *Ceux que j'ai raté, c'est ceux que je sais que j'ai eu du mal et que j'ai raté, et que je veux savoir comment le présenter sur la copie* ». Le fait de chercher ces exercices correspond aux attentes et aux conseils des professeurs. En effet, L.D. encourage ses étudiants à revenir sur leurs erreurs et à revoir les exercices qu'ils trouvent difficiles, en insistant sur l'importance de garder toujours des objectifs atteignables. Son dispositif d'interrogations sur la correction des DS et son incitation à reprendre les anciens DM en sont une preuve. Un autre exemple est le fait de ne plus indiquer le niveau de difficulté des exercices dans les fiches qu'il leur donne (par des astérisques par exemple) étant donné que « *ça avait un effet trop repoussoir quand il y avait 3 étoiles* », sachant qu'il annonce occasionnellement le niveau de difficulté de certains exercices surtout pour encourager les bons à aller plus loin. Selon Z.H., les exercices qui ont posé problème sont les exercices sur lesquels ils ont passé du temps en TD, en cours ou en soutien. Il trouve que les étudiants font bien de travailler ces exercices pour un DS, d'ailleurs « *c'est une question de priorité* » et c'est une pratique qu'il encourage. En effet, lorsqu'il rend des DS ou des DM, il invite toujours les étudiants à comparer leur travail avec la correction, à bien repérer leurs erreurs et essayer de les retravailler. En corrigeant les exercices en TD, il passe du temps sur les exercices qui gênent les étudiants, sur les parties où ils n'y arrivent pas, il fait en sorte de souligner les façons de faire en insistant qu'ils sont capables de les reproduire à leur tour. Ainsi, concernant les taux de cet item, il dit : « *qu'ils cherchent les exercices qui ont posé problème, ça je veux bien le croire* ».

Nous opposons les résultats de cet item avec ceux de l'item "*Je commence d'abord par étudier ce qui était le plus difficile dans le cours*" évoqué dans la partie précédente. Les étudiants retravaillent majoritairement les exercices qui leur posent problème pour les révisions d'un DS, alors qu'ils sont nettement moins nombreux à revenir sur les éléments du cours qui leur posent problème. Ceci met en avant, pour certains étudiants, un rapport à l'apprentissage des mathématiques favorisant le travail sur les difficultés des exercices plutôt que les points mal compris du cours. Nous devons toutefois signaler que pour l'item concernant le cours nous précisons qu'il s'agit de commencer d'abord par les difficultés, ce qui laisse penser que certains étudiants qui ne le font pas en début de révision pourraient y revenir plus tard.

Travailler des exercices supplémentaires

Nous considérons enfin les exercices supplémentaires. H.C. encourage ses étudiants à faire tout travail supplémentaire possible, y compris lui rendre des exercices en plus à corriger, mais ils ne le font jamais. Quant à L.D., il n'encourage pas le travail supplémentaire puisqu'il pense qu'ils ont déjà assez à faire avec toutes les feuilles et

fiches d'exercices qu'elle leur donne. De plus, il n'a pas l'impression que ses étudiants en font plus, en ayant recours aux livres du commerce par exemple, sinon ils viendraient lui poser des questions de temps en temps au moins, ce qui n'est pas le cas. Nous conjecturons que les étudiants de ces deux lycées n'ont donc ni le temps, ni le besoin, ni l'envie sans doute de chercher des exercices supplémentaires, ce qui est reflété par les taux observés pour cet item.

Nous cherchons maintenant à expliquer les taux de D pour les deux promotions, où 60% des étudiants disent souvent ou toujours chercher des exercices supplémentaires pour les révisions d'un DS, soit largement plus qu'ailleurs. Nous pouvons attribuer ces taux en partie au moment des révisions d'un DS, sachant que les étudiants des deux promotions de D sont nettement plus nombreux qu'ailleurs à s'y mettre au moins une semaine en avance. Par ailleurs, nous cherchons des explications auprès des professeurs. En premier lieu, concernant D 2012-2013, Z.H. confirme que les étudiants cherchent des exercices supplémentaires, dans des livres d'annales ou dans les sujets des meilleures prépas comme Henri IV ou Louis le Grand. Il insiste sur le fait qu'il n'encourage pas cette pratique et qu'il préférerait que ses étudiants travaillent tout ce qu'il leur donne plutôt que d'aller chercher ailleurs : *« je rajoute des choses pour ceux qui veulent. Mais comme ceux qui veulent vont chercher dans un bouquin de toute façon ça tourne un peu à vide, il y a des feuilles que je donne un peu pour rien mais bon, ça c'est leur problème mais c'est normal, c'est pas parfait »*. Pour lui, cette pratique est surtout en rapport avec un problème de confiance envers ses ressources et un besoin d'avoir un livre édité donnant les solutions des exercices comme nous l'avons déjà expliqué (cf. chapitre XI). Quant à la promotion 2011-2012, il est possible d'envisager deux hypothèses. La première serait que F.M. encourage ses étudiants à chercher des exercices supplémentaires et qu'ils suivent son conseil. Cela est cependant peu vraisemblable au regard de ce que nous expliquent les autres professeurs. La deuxième hypothèse serait que ces étudiants cherchent à compléter les ressources provenant du professeur en cherchant des exercices en plus, comme nous l'avons déjà avancé pour les ressources du cours (cf. chapitre XI).

L'essentiel du travail autour des exercices

Quelque soit la catégorie d'exercices travaillés, qu'il s'agisse d'exercices déjà résolus en cours ou chez eux ou d'exercices qu'ils cherchent pour la première fois, nous pouvons penser, voir espérer, que certains étudiants chercheraient à en tirer profit pour repérer des astuces et méthodes ou en dégager des idées à retenir. D'ailleurs, l'idéal pour L.D. et Z.H. serait que les étudiants réussissent à le faire pour toutes les catégories d'exercices qu'ils travailleraient, plutôt que de s'engager dans un travail d'entraînement *« conçu naïvement comme affaire de quantité sans retour réflexif sur la pratique »* (Castela, 2011, p. 92).

L'exception de B 2012-2013

Enfin, nous notons que pour tous les items de cette partie, le taux d'étudiants de B 2012-2013 qui ont répondu souvent ou toujours est à la baisse par rapport à la Terminale et atteint une valeur en fin d'année inférieure à celle de B 2011-2012 ainsi qu'à celles des classes de voie S, à l'exception des exercices les plus simples. Encore une fois, ces observations ne font que confirmer la spécificité de cette classe.

3.3 Les modalités d'étude des exercices non basiques déjà corrigés en classe

Cet item, de la catégorie "Quand je révise avant un DS", concerne la façon dont les étudiants travaillent les exercices non basiques déjà corrigés en classe pour les révisions d'un DS.

Pour cet item à choix unique, il s'agit du taux d'étudiants ayant choisi chaque modalité parmi les six modalités proposées suivantes :

- A. Je ne retravaille pas du tout les exercices faits en classe
- B. Je lis l'énoncé et la correction en essayant de la comprendre, particulièrement les points que je n'ai pas su résoudre puis je passe à un autre exercice
- C. Je lis l'énoncé ; pour chaque question, dans ma tête je réfléchis à la solution puis je contrôle avec la correction en essayant de la comprendre, particulièrement les points que je n'ai pas su résoudre puis je passe à un autre exercice
- D. Je lis l'énoncé ; cahier fermé, je refais par écrit l'exercice, puis je contrôle avec la correction en essayant de la comprendre, particulièrement les points que je n'ai pas su résoudre puis je passe à un autre exercice
- E. Je lis l'énoncé ; cahier fermé, je refais par écrit l'exercice, puis je contrôle avec la correction en essayant de la comprendre, particulièrement les points que je n'ai pas su résoudre ; je refais par écrit jusqu'à ce que j'y arrive
- F. Autre proposition

Dans les tableaux qui suivent, nous ne tenons pas compte des effectifs des modalités rares, soit les étudiants qui disent ne pas du tout retravailler les exercices faits en classe (modalité A – 5 étudiants dont 1 à K et 4 à B) et ceux qui choisissent "autre proposition" (modalité F – 2 étudiants) pour le calcul des taux. De plus, nous regroupons les modalités D et E (refaire par écrit une ou plusieurs fois).

Globalement

Nous observons que les étudiants de voie T se distinguent de ceux de voie S principalement par le poids de la modalité B (lire la correction des exercices en essayant de la comprendre) en fin d'année. Cependant, il existe des différences entre les deux classes de voie T, ainsi qu'au sein de la voie S. Pour les étudiants D, nous constatons que le travail par écrit est le mode le plus présent à la fin de l'année sur les deux promotions. Ceux de K sont moins nombreux qu'en Terminale à refaire les exercices par écrit vers la

fin de l'année (modalités D et E) et plus nombreux à opter pour la résolution mentale (modalité C). Nous explorons les détails par lycée ci-dessous.

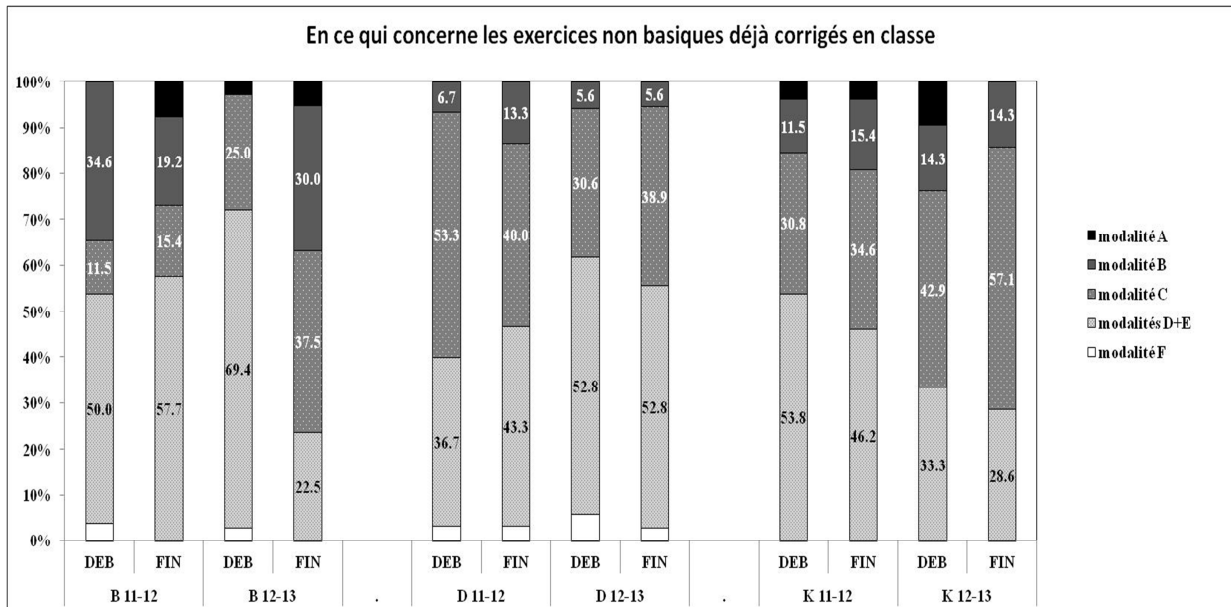


Diagramme en barres 53 : En ce qui concerne les exercices non basiques déjà corrigés en classe

Nous nous intéressons particulièrement à trois façons de travailler les exercices non basiques déjà corrigés en classe : lecture (B), résolution mentale (C), résolution par écrit (D et E).

Pour cet item, nous procédons comme dans la section 3.1 de ce chapitre (pas de test de McNemar, uniquement dépendances). Ainsi, nous notons une dépendance avec la voie (test du Khi-deux, pvalue=0,012) et avec le lycée (test du Khi-deux, pvalue=0,032) pour l'ensemble des étudiants en fin d'année de prépa.

		Répartition selon la voie (pour l'ensemble)	
		T	S
En ce qui concerne les exercices non basiques déjà corrigés en classe	Lecture (modalité B)	28%	12%
	Résolution mentale (modalité C)	32%	43%
	Résolution par écrit (modalités D et E)	40%	45%

Tableau de dépendance 111 : En ce qui concerne les exercices non basiques déjà corrigés en classe (1)

		Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)		
		B	D	K
En ce qui concerne les exercices non basiques déjà corrigés en classe	Lecture (modalité B)	28%	9%	15%
	Résolution mentale (modalité C)	32%	41%	46%
	Résolution par écrit (modalités D et E)	40%	50%	39%

Tableau de dépendance 112 : En ce qui concerne les exercices non basiques déjà corrigés en classe (2)

Ces dépendances reflètent les différences évoquées ci-dessus entre les deux voies d'une part et entre les deux lycées S d'autre part. Cependant, les taux moyens n'étant pas toujours représentatifs des deux promotions, nous explorons le détail par classe pour chaque lycée dans la suite.

Selon la voie et/ou le lycée

Les T

Les étudiants de voie T se distinguent par le poids de la modalité B (relire et essayer de comprendre la correction, sans essayer de refaire l'exercice) pour les deux promotions, plus marqué en 2012-2013, avec un taux moyen de 24%.

Nous observons une différence marquée entre les deux classes quant à la façon de travailler majoritaire par promotion. Ainsi, la résolution par écrit domine largement en 2011-2012 (58% pour les modalités D et E regroupées), alors que la résolution mentale domine en 2012-2013 (38% pour la modalité C), suivie de la simple relecture et compréhension de la correction (30% pour la modalité B).

Pour cette voie en fin d'année, nous notons une dépendance de cet item avec le niveau* (test du Khi-deux, pvalue=0,037).

		Répartition selon le niveau (pour les T)		
		b	m	f
En ce qui concerne les exercices non basiques déjà corrigés en classe	Lecture (modalité B)	15%	18%	36%
	Résolution mentale (modalité C)	38%	9%	36%
	Résolution par écrit (modalités D et E)	46%	73%	28%

Tableau de dépendance 113 : En ce qui concerne les exercices non basiques déjà corrigés en classe (3)

Nous remarquons que parmi les étudiants faibles, 28% travaillent par écrit (modalités D et E), tandis qu'il y a autant d'étudiants (36%) qui se contentent de relire la solution en essayant de la comprendre (modalité B) que d'étudiants qui favorisent la résolution mentale (modalité C)

Pour les bons et encore plus pour les moyens, la résolution par écrit est le mode le plus répandu (46% et 73% respectivement) alors que très peu d'étudiants se contentent d'une simple lecture. Une proportion non négligeable de bons étudiants opte pour la résolution mentale (38% pour la modalité C).

Les S

Pour les deux promotions, les étudiants de K, en comparaison avec la Terminale, sont légèrement moins nombreux à refaire les exercices par écrit vers la fin de l'année (baisse du taux des modalités D et E regroupées) et favorisent plus la résolution mentale (hausse du taux de la modalité C, surtout en 2012-2013). Néanmoins, partant de taux de départ différents, les taux de fin d'année sont aussi différents, la résolution par écrit reste dominante en 2011-2012 (46%), tandis qu'en 2012-2013 les étudiants sont majoritaires à choisir la résolution mentale (57%). Le taux de ceux qui se contentent d'une lecture est faible et plutôt stable pour les deux classes (autour de 14%).

Pour ceux de D, nous observons que le travail par écrit (modalités D et E regroupées) est le mode le plus présent à la fin de l'année sur les deux promotions (taux à la hausse en 2011-2012 pour atteindre 43% et stable en 2012-2013 à 53%). Ensuite, une grande proportion d'étudiants choisit la résolution mentale (40% en 2011-2012 et 39% en 2012-2013), tandis que la lecture seule est peu répandue (13% en 2011-2012 et 6% en 2012-2013).

Par ailleurs, il n'y pas de dépendance avec le niveau pour la voie S. Toutefois, nous pouvons noter que les bons en majorité choisissent la résolution par écrit (55%) et ensuite la résolution mentale (27%), tandis que les faibles sont plus nombreux à choisir la résolution mentale (47%) que la résolution par écrit (39%).

Interprétations et conjectures

En voie T

Pour cet item, les étudiants de voie T sont assez nombreux à relire en essayant de comprendre la correction, sans essayer de refaire l'exercice, fût-ce mentalement. Cela les engage donc dans un travail qui peut être plus passif. Quant aux autres modalités, nous voyons une opposition entre les deux classes de voie T, cohérente avec notre hypothèse concernant le manque de travail des étudiants de la promotion 2012-2013. En effet, ces étudiants optent essentiellement pour la lecture ou la résolution mentale parce qu'ils cherchent sans doute des méthodes de travail rapides et qui demandent peu d'investissement de leur part. A contrario, la plus grande proportion des étudiants de la promotion 2011-2012 favorisent la résolution par écrit. De plus, les taux de ces deux classes sont cohérents avec le moment du début des révisions d'un DS privilégié par les étudiants : en 2011-2012, les étudiants sont très nombreux (42%) à entamer les révisions d'un DS au moins une semaine avant, alors qu'en 2012-2013, la majorité s'y met deux jours avant (68%). Par conséquent, les étudiants de la première promotion (2011-2012) ont plus le temps de retravailler les exercices par écrit que ceux de la deuxième promotion (2012-2013).

En voie S

Pour les étudiants de voie S, il existe des différences entre les lycées, mais aussi entre les classes par lycée. Si la résolution par écrit est le mode le plus répandu pour les étudiants de D, surtout en 2012-2013, ainsi que pour ceux de K 2011-2012, il n'en est pas de même pour ceux de K 2012-2013 qui majoritairement ont recours à la résolution mentale. Une étudiante de K nous dit que « *c'est important de revoir les exos qu'on fait en cours, au moins de les relire voir si on a bien compris* ». Pour tenter d'expliquer les taux de D, nous avançons à nouveau une hypothèse en lien avec le moment du début des révisions d'un DS : ceux de D sont très nombreux à s'y mettre au moins une semaine avant (56%), surtout en 2012-2013, ce qui leur laisse plus de temps pour refaire par écrit. Ce même raisonnement servirait aussi à expliquer que les étudiants de K 2012-2013, qui sont majoritaires à s'y prendre deux jours avant le DS, n'ont pas le temps de tout refaire par écrit. Toutefois, l'explication serait contradictoire pour K 2011-2012.

Nous cherchons alors à voir ce qu'en pensent leurs professeurs. L'essentiel pour Z.H. est d'essayer de refaire les exercices seul puis de relire la correction en s'attardant sur ce qu'il appelle "l'aspect analytique" : « *la question est de savoir si j'y arrive, pourquoi j'ai réussi, à quoi j'ai pensé au bon moment, et surtout pourquoi j'ai pas réussi, qu'est-ce qui*

m'a manqué ». Comme nous l'avons déjà précisé, Z.H. craint que les étudiants survolent les choses, ils refont les exercices en lisant l'énoncé puis la correction et sans même y réfléchir, ce qui correspond à notre modalité B. Ainsi, il insiste toujours sur la nécessité de faire l'exercice par écrit en mimant le geste de l'écriture, sachant que pour lui il est possible de réussir certains exercices mentalement mais pas toujours. Cependant, il croit que le taux de 52% de ses étudiants pour la résolution écrite est invraisemblable : *« ils le font mais pas sur tout, ils doivent le faire de temps en temps pour certains exercices »*. En effet, il trouve que refaire les exercices par écrit *« c'est quelque chose qui prend effectivement un temps fou. Donc je ne pense pas qu'ils aient matériellement le temps de le faire pour tout, mais bon, s'ils essayent au moins c'est pas mal »*.

De même, L.D. insiste sur l'importance de tout refaire par écrit, cours et exercices, mais il se rend compte qu'ils ne le font pas : *« j'aimerais bien que ce soit par écrit, mais je sais qu'ils ne le font pas par écrit, j'ai l'impression qu'ils survolent »*. Selon lui, leur façon de travailler est plutôt la suivante : *« je relis l'énoncé et je mets au stabilo ce que je n'ai pas compris »* ce qui n'est pas nécessairement suffisant. Il explique aussi que *« ce qui aura pas été bon c'est qu'ils se contentent de ça [lecture] »*. L.D. est surpris par les taux de ses étudiants, il aurait attendu que ceux de la promotion 2012-2013, qui suivent plus ses conseils que ceux de 2011-2012, soit plus nombreux à faire les exercices par écrit. Pour expliquer leur taux de 57% pour la résolution mentale, il dit : *« peut-être, ils sont en train de courir, parce qu'ils veulent faire plus, peut-être, ça prend plus de temps, on ne sait pas. [...] Après chacun, il y en a qui sont plus visuels ou écrits »*. Nous notons un résultat pour K 2012-2013 qui confirmerait cette explication : 76% des étudiants de cette classe disent que le plus important pour réussir en mathématiques lorsqu'ils travaillent les exercices est de repérer des exercices types et connaître des méthodes et astuces pour les résoudre (contre 42% pour K en 2011-2012). Nous conjecturons donc qu'une résolution mentale permet aux étudiants de parcourir plus d'exercices et de les analyser afin d'y repérer les idées clés, les méthodes et les astuces, sans qu'ils ne cherchent à refaire tout par écrit.

Les modalités choisies selon le niveau des étudiants

Par ailleurs, il semble que les étudiants faibles de la voie T essayent de se contenter d'une résolution mentale ou même d'une simple relecture, tandis que les faibles de la voie S ont surtout recours à la résolution mentale. Cependant, ces étudiants ne réussissent pas en mathématiques, ce qui peut laisser penser que ce qu'ils apprennent avec ces deux méthodes ne leur suffit à savoir traiter les exercices des DS. A contrario, les bons étudiants des deux voies sont majoritaires à choisir la résolution par écrit, sachant qu'un nombre non négligeable travaille aussi par résolution mentale. Dans les deux cas, ces étudiants réussissent en mathématiques. Une étudiante de B nous dit : *« Je préfère relire et faire en fait le calcul de tête. Puis j'essaie de faire les exercices un peu plus durs mais*

un peu à l'écrit parce que je ne peux pas les faire de tête ». Comme nous l'avons déjà postulé (cf. chapitre IV section 1), il est possible de dégager des idées à retenir sans passer par le fait de refaire les exercices par écrit, mais ceci requière au moins une résolution mentale. Il est sans doute plus efficace, voire nécessaire, d'avoir été soi-même confronté à la recherche des exercices pour tirer les leçons de la correction. Une résolution, ne serait-ce que mentale, permet sans doute d'apporter plus d'éléments qu'une simple lecture de la solution rédigée par autrui qui n'a pas été précédée par une recherche de l'exercice. Ceci explique donc que dans certains cas, les bons étudiants peuvent se contenter de la résolution mentale, tandis que les faibles semblent avoir plus de mal. Peut-être ces derniers devraient-ils plutôt favoriser la résolution par écrit.

4. Synthèse

Malgré les différences entre les lycées et/ou les deux voies, plus marquées pour certains items que d'autres, nous pouvons noter plusieurs régularités concernant la façon de travailler des étudiants lors des révisions d'un DS. Toutefois, il faut signaler que pour certains items, les professeurs ne sont pas convaincus des taux de réponses de leurs étudiants qui leur semblent invraisemblables en comparaison avec ce qu'ils observent dans leurs classes. Ceci nous conduit à considérer les réponses des étudiants avec mesure.

Globalement, pour la façon de travailler, les réponses des étudiants reflètent une valorisation de la connaissance des différents éléments du cours comme première étape de la préparation d'un DS, avant de passer au travail autour des exercices. En effet, les étudiants sont majoritaires à souvent ou toujours vérifier qu'ils connaissent les formules et conditions d'application, ainsi que les définitions et théorèmes mais en moindre mesure. Leurs réponses reflètent le discours des professeurs qui insistent sur la nécessité d'étudier le cours et incluent dans les DS des éléments basiques du cours. Par ailleurs, étant donné que les étudiants qui étudient leur cours entre deux séances de mathématiques sont peu nombreux, il semble que les DS soient l'occasion de réaliser ce travail. Cependant, les professeurs remettent en cause la façon dont les étudiants vérifient qu'ils connaissent leur cours, en insistant sur le fait que même si leurs réponses sont sincères, ils ne savent pas ce que c'est qu'apprendre un cours. En effet, Z.H. et L.D. trouvent que les étudiants ne s'investissent pas assez dans l'étude du cours, sachant qu'ils leur répètent comment ils doivent étudier un cours (cf. chapitre X).

Quant aux démonstrations, les étudiants sont nombreux à les lire en essayant de les comprendre mais nettement moins à essayer de les refaire. Ces deux pratiques sont néanmoins plus rares que les précédentes qui concernent la connaissance des autres éléments du cours. Les taux de réponses indiquent que l'étude des démonstrations est très répandue en voie T, cependant le professeur pense que cela n'est absolument pas le cas. Les professeurs de voie S nous expliquent que malgré leur importance et l'insistance sur

le fait qu'elles constituent le fondement des mathématiques et une source d'apprentissage pour des méthodes, les démonstrations ne sont pas appréciées ni suffisamment étudiées par les étudiants.

À travers ces items nous notons que les bons étudiants dans l'ensemble ainsi qu'en voie T vont plus loin dans l'étude des divers éléments d'un cours en révisant pour un DS que les faibles et moyens. En effet, ils sont plus nombreux à vérifier qu'ils connaissent les formules, les définitions et les théorèmes, ainsi qu'à travailler les démonstrations. Nous conjecturons que cette étude approfondie du cours expliquerait en partie pourquoi ils ont de meilleurs résultats.

Enfin, les étudiants qui disent essayer de dégager des idées à retenir sont majoritaires, notamment en voie S. Les professeurs de cette voie insistent à plusieurs reprises sur le fait qu'ils souhaitent que ce soit réellement ce que les étudiants font puisque pour eux, l'identification des éléments génériques est indispensable à l'apprentissage des mathématiques.

Par ailleurs, les étudiants des deux voies n'accordent pas la même importance à ce qu'ils cherchent en travaillant les exercices afin de favoriser leur réussite en mathématiques. Ceux de voie T semblent être sur un mode de reproduction, le plus important pour eux étant majoritairement de savoir refaire les exercices donnés par le professeur. Quant aux étudiants de voie S, ils cherchent plus à repérer des exercices types et connaître des méthodes et astuces pour les résoudre, ce qui les situe dans une perspective de décontextualisation et de transfert. Ces choix correspondent aux pratiques encouragées par les professeurs de cette voie à travers leurs discours et les dispositifs qu'ils mettent en place dans leur cours. En effet, Z.H. et L.D. insistent sur l'explicitation de leur choix d'exercices types et de démonstrations à visée pratique. De même, ils soulignent systématiquement les techniques qu'ils emploient dans les exercices et les démonstrations et cherchent à mettre en évidence leur aspect générique. Par ailleurs, nous ne notons pas de différences entre les étudiants en fonction de leur niveau.

En ce qui concerne les catégories d'exercices travaillées pour les révisions d'un DS, nous notons qu'en moyenne, pour chaque catégorie d'exercices proposée, sauf les exercices simples, les étudiants de voie T sont moins nombreux que ceux de voie S à les travailler, malgré les différences entre les deux lycées de voie S et même entre les classes pour certaines catégories d'exercices. En général, les étudiants des deux voies sont très majoritaires à travailler les exercices qui ont le plus de chance de tomber ainsi que les exercices qui leur ont posé problème. Pour les étudiants de voie S, ceci correspond aux conseils de leur professeur qui les encourage à revenir sur leurs difficultés suite à un DS. De plus, les étudiants des deux voies sont plus nombreux à refaire les exercices les plus

simples plutôt que les exercices longs. En outre, les étudiants de D sont plus nombreux que ceux des deux autres lycées à travailler des exercices supplémentaires, les exercices peu ou pas cherchés et les exercices cherchés et trouvés. Nous expliquons cela en partie par le fait que ces étudiants profitent de plus de temps de préparation que les autres parce qu'ils entament les révisions d'un DS plus en avance et peuvent donc se permettre d'être moins sélectifs quant au choix des exercices. Inversement, on pourrait penser qu'ils commencent les révisions d'un DS en avance parce qu'ils veulent tout faire.

Plusieurs dépendances se dégagent entre les items concernant les différentes catégories d'exercices et le niveau des étudiants. Il semble que les bons étudiants sont plus nombreux que les autres à travailler les exercices longs mais pas les simples, ainsi que les exercices qui leur ont posé problème. Il s'agit d'exercices qui nécessitent un effort et une concentration supplémentaires que ces étudiants semblent capables de fournir, contrairement aux faibles. Par contre, ils ne sont pas nombreux à chercher des exercices supplémentaires, se contentant de ceux que le professeur donne, ni des exercices qu'ils n'avaient pas ou peu cherchés avant. Dans les deux cas, les bons étudiants suivent les conseils de leur professeur qui n'encourage ni l'un ni l'autre, voire décourage le recours aux ressources supplémentaires aux dépens de celles du professeur. En outre, les marocains de voie T se démarquent très nettement des non-marocains en étant nombreux à travailler tous les exercices, les exercices longs et les exercices qui leur ont posé problème. Ces choix reflètent une assiduité et un sérieux caractéristiques de ces étudiants et qui manquent largement aux autres.

Par ailleurs, la façon de travailler les exercices non basiques déjà corrigés en classe semble varier en fonction de la voie, du lycée, de la promotion ainsi que du niveau des étudiants. Les réponses des étudiants reflètent globalement le discours de leurs professeurs. En effet, les deux professeurs de voie S insistent sur le rôle essentiel de l'écriture dans l'apprentissage du cours ainsi que dans la résolution des exercices, ce que nous retrouvons à D pour les deux promotions et à K 2011-2012. Ce n'est toutefois pas le cas de K 2012-2013 où les étudiants en majorité privilégient la résolution mentale. À B, un nombre non négligeable d'étudiants se contentent d'une simple relecture. De plus, nous notons une grande différence entre les deux classes. Cependant, le professeur ne semble pas promouvoir une stratégie particulière à travers son discours ou ces pratiques. Notre analyse des réponses en fonction du niveau nous mène à conjecturer que la relecture de la correction d'un exercice, surtout de la part d'un étudiant qui n'a pas été confronté à une tentative de résolution a priori, ne semble pas être une stratégie efficace pour la réussite en mathématiques. Par ailleurs, tous les étudiants n'ont pas obligatoirement besoin d'avoir recours à la résolution par écrit pour tirer profit de ces exercices, certains peuvent se contenter d'une résolution mentale, notamment les bons étudiants.

Enfin, les étudiants de B 2012-2013 sont moins nombreux que les autres à travailler, en particulier moins que ceux de B 2011-2012, pour la préparation d'un DS : ils sont moins nombreux à travailler les divers éléments du cours ainsi que toutes les catégories d'exercices (sauf les plus simples). Ce constat fait écho avec notre hypothèse concernant le manque de sérieux et d'assiduité de cette classe, où les étudiants semblent être nombreux à avoir abandonné.

CHAPITRE XIII : LES COLLES

Nous nous intéressons maintenant au dispositif des colles, un dispositif d'évaluation qui reste très spécifique aux classes préparatoires⁹⁵. Nous établissons d'abord un descriptif de ce dispositif. Ensuite, nous explorons la façon dont les étudiants disent préparer les colles ainsi que les avantages et les inconvénients qu'ils y trouvent. Pour cette partie, nous nous basons sur les informations recueillies grâce aux professeurs (y compris les colleurs) et aux étudiants, à travers les questionnaires, les échanges par mail⁹⁶, les discussions informelles et les entretiens, ainsi que sur les observations réalisées lorsque nous avons assisté à quelques séances de colles.

1. Un descriptif des colles

Nous commençons par un descriptif de ce dispositif qui rend compte des différences d'organisation et de déroulement entre les deux voies. En effet, dans les trois lycées concernés par notre étude, les colles en voie S suivent une organisation "classique" mais ce n'est pas du tout le cas en voie T, les colles à B ayant une organisation très particulière.

En voie S

Les colles de mathématiques dans les deux lycées de voie scientifique se déroulent en général de la même façon, à quelques détails près, en suivant ce que les professeurs appellent la forme "classique" ou traditionnelle connue pour ce dispositif. Il faut noter que les professeurs que nous avons rencontrés nous disent qu'à leur connaissance il n'y a pas d'instructions officielles pour les colles en prépa ECS, il s'agit plutôt de normes officieuses transmises entre les professeurs et "modernisées" au cours des années pour admettre plus de flexibilité.

Déroulement d'une colle "classique"

Une colle "classique" se déroule de la façon suivante. Plusieurs étudiants (trois d'habitude) passent leur colle en même temps. Ils sont devant le tableau qu'ils divisent en plusieurs parties égales. Le colleur dicte une question différente à chaque étudiant (ou la même question aux trois, mais c'est plus rare) qui note l'énoncé au tableau. Ensuite les étudiants travaillent individuellement et en parallèle. Après un moment de réflexion et de résolution, dont la durée n'est pas prédéfinie mais dépend du rythme et l'avancement des étudiants, le professeur commence ses interventions individuelles. Celles-ci visent à

⁹⁵ Il faut noter que certaines universités s'essaient récemment à ce dispositif, ici et là, mais c'est coûteux et peu compatible pour l'instant avec la structure des rémunérations des services effectués par les enseignants.

⁹⁶ Deux questions parmi les cinq envoyées par mail aux étudiants portaient spécifiquement sur les colles.

interroger les étudiants, les aider en signalant des erreurs à corriger ou en donnant des directives/astuces afin de faire avancer le travail, valider le travail et/ou poser d'autres questions : « *l'oral n'intervient que dans un deuxième temps pour l'aide, la validation, ou des informations complémentaires.* » (D.Y. colleur à K et professeur au lycée) ; « *tant qu'un étudiant écrit au tableau, je le laisse tranquille et me consacre aux deux autres (ils sont rarement tous les trois en train d'écrire en même temps).* » (F.J. professeur de mathématiques en deuxième année à D et colleur). Pendant une colle, le colleur doit s'assurer de répondre aux besoins de tous les étudiants : « *le plus difficile est de me "partager" de façon équitable entre les étudiants.* » (F.J.). Dans certains cas (exceptionnels), les étudiants peuvent même assister aux colles des autres groupes afin de voir les exercices et s'entraîner en même temps que les "collés" sur une table au fond de la classe.

Gestion logistique des colles

Les étudiants de première année de classe préparatoire de D et K passent les colles en trinôme d'habitude, exceptionnellement à deux ou à quatre. Les groupes de colles sont constitués en début d'année, usuellement suivant l'ordre alphabétique et en fonction des groupes de cours de langue (LV2) par la personne chargée d'élaborer le colloscope⁹⁷ (en général le professeur principal⁹⁸) et restent les mêmes pour l'année et pour toutes les disciplines. Dans certains cas, les étudiants peuvent choisir leurs partenaires en fonction des affinités et doivent soumettre leur choix au professeur qui peut éventuellement modifier le groupe pour des raisons pratiques.

Les colles de mathématiques ont lieu un après-midi tous les 15 jours suivant un planning défini (colloscope) et durent une heure. Elles sont menées par un colleur⁹⁹ interne ou externe, qui peut être soit un professeur de mathématiques d'une autre classe ou de deuxième année, soit un professeur de mathématiques externe. Par exemple à K, il y a quatre colleurs, le plus ancien intervient depuis 8 ans, le plus récent depuis 3 : il s'agit des deux professeurs de mathématiques de deuxième année de prépa et deux professeurs de lycée de K. À D, ils sont aussi quatre colleurs dont le professeur de mathématiques de deuxième année de prépa et trois colleurs externes au lycée. Le colleur change d'une séance à l'autre, les étudiants passant ainsi avec plusieurs colleurs sur l'année qu'ils

⁹⁷ Il s'agit du planning des colles de toutes les matières pour l'ensemble de la classe établi en début d'année.

⁹⁸ Il s'agit du professeur chargé de la coordination entre les différents professeurs de la classe, du colloscope et du relevé des notes. Il assure aussi le suivi auprès des élèves et accueille les parents. Il peut être le professeur de la matière principale ou tout autre professeur qui se porte volontaire (sauf les professeurs de langues LV2 qui ne voient pas tous les élèves). Cela varie en fonction des lycées et des années. Dans certains cas, deux professeurs peuvent se répartir les tâches – par exemple à D où le professeur de maths gère tout le côté administratif et le professeur d'anglais s'occupe du suivi pédagogique des élèves.

⁹⁹ Le professeur qui dirige la colle.

retrouvent toutes les trois à quatre colles. Dans certains cas, le professeur de la classe fait passer de temps en temps des colles à ses propres étudiants : « *Je ne donne pas beaucoup d'heures de colles, je donne juste une heure dans ma classe ou zéro, parce qu'ils m'ont déjà toute la semaine, donc je les vois à l'oral dans la colle très très peu, donc je les connais pas sous cette angle-là* » (L.D.).

Contenu de la colle

Le programme de la colle est annoncé aux étudiants une à deux semaines avant, par mail ou en classe. Il porte sur la dernière leçon (ou chapitre) achevée et celle en cours au moment de la colle. Il inclut les démonstrations vues en cours (par exemple, L.D. limite le nombre à trois par colle), les définitions, les formules, les exercices d'application directe du cours et certains exercices plus poussés, en gros tout ce qui a été fait côté cours pendant les deux semaines précédant la colle.

En général, à D et à K, une colle débute par une démonstration courte ou une question de cours (restitution de théorème, propriété, définition...) et enchaîne sur un exercice qui met en application une ou plusieurs notions de cours, inspiré de ceux qui sont traités en classe ou extrait du polycopié de cours : « *[la partie cours] devrait prendre dans l'idéal 25 minutes maximum, et puis ensuite passer à la question, aux autres exercices* » (L.D.) ; « *on ne leur pose pas d'exercices difficiles, on leur pose des exercices qui vérifient s'ils ont un peu pigé ce qui se passait. En gros s'ils savent repérer une situation, appliquer le résultat en général c'est fini, l'exercice est terminé.* » (Z.H.). Lorsqu'une question est parfaitement maîtrisée, le colleur en propose d'autres, le nombre de questions ou d'exercices dépend de la rapidité des étudiants et de leur capacité à les traiter : « *selon la connaissance du cours, je continue l'exercice ou je donne des exemples proches du cours pour reprendre celui-ci et m'assurer qu'il est compris.* » (F.J.). Ainsi, les professeurs insistent sur la nécessité que les étudiants connaissent leur cours parfaitement et entièrement : « *évidemment il faut connaître son cours sur le bout des doigts [...] il faut que vous appreniez votre cours, il faut que vous appreniez votre cours correctement* » (Z.H.). Pour aider les étudiants à se préparer pour les colles, L.D. inclut en début de chaque polycopié de cours une liste d'objectifs et de notions importantes autour du chapitre ou thème donné que les étudiants doivent connaître pour aller en colle (nous en donnons un exemple dans le chapitre XIV) : « *c'est ce qu'ils devraient faire avant les colles, ils parcourent les points qui sont marqués là, et normalement ils doivent savoir le restituer cahier fermé. Soit c'est des démonstrations qu'il faut savoir refaire, soit c'est juste connaître son cours et le réciter. Pour les colles, c'est-ce qu'il faudrait savoir pour aller en colle.* ». Le contenu des colles et le discours des professeurs soulignent donc l'importance accordée par ces derniers au cours et justifie la nécessité de la mise en place des divers dispositifs d'incitation à l'étude du cours que nous avons déjà évoqués (cf. chapitres VI-XII).

Chaque colleur organise sa colle comme il le souhaite et choisit son contenu (type et complexité des questions posées) dans le cadre du programme annoncé de la colle, en suivant les consignes du professeur de mathématiques. Ainsi, le déroulement des colles peut varier légèrement selon le colleur qui la fait passer : *« chaque colleur a son point de vue, mais c'est quand même très précis, ils savent précisément sur quoi interroger ; ils savent qu'ils doivent quand même évaluer le cours au fur et à mesure de la colle, et ça vient automatiquement. [...] Certains colleurs ne commencent pas forcément par une question de cours, mais il y a des questions de cours dans la colle : qu'est-ce que c'est le théorème de machin, qu'est-ce que c'est que la définition de... Mais assez vite, on va sur un exercice qui fera ressortir le cours forcément »* (Z.H.)

Évaluation de la colle

À la fin de la séance, le travail est noté individuellement. En général, les professeurs et les colleurs se mettent d'accord sur des indicateurs de note. En début d'année, il est demandé d'être plus strict afin de pousser les étudiants à apprendre leur cours. Ainsi, un étudiant obtient au moins la moyenne (10/20) s'il a su répondre à la question de cours même s'il n'a pas réussi à faire les exercices après : *« je dis aux élèves ça, si vous connaissez votre cours vous aurez la moyenne même si vous faites rien en exercice, si le cours est su c'est bon. [...] Un élève qui a bossé son cours ça se voit, surtout à l'oral comme ça on discute, même si on donne une petite indication, il l'attrape ou il reste complètement, quelqu'un qui a rien lu, ça se voit tout de suite. Donc la note traduit ça et les élèves sont au courant, les colleurs je me mets d'accord avec eux pour ça, voilà. »* (Z.H.) ; *« ils doivent mettre la moyenne si et seulement si l'élève a bon à sa question de cours, enfin bon il maîtrise sa question de cours, pour les inciter dans une direction qui est apprendre le cours voilà »* (L.D.). Ainsi, les critères de notation soulignent l'insistance des professeurs sur le caractère indispensable de l'apprentissage du cours.

Cependant, comme le disent les professeurs, il faut éviter de démoraliser les étudiants dès le début de l'année mais il faut aussi leur faire comprendre qu'ils doivent bien préparer les colles : *« Je sais qu'en prépa [filière] scientifique c'est encore très sévère, très instauré. Nous, c'est quand même beaucoup plus informel. Ça ne veut pas dire que s'ils savent dire leur cours on dit oui oui c'est bien. Mais bon tant pis c'est, comment dire, il y a cette heure qui est disponible pour l'élève alors autant que ça le fasse monter plutôt que ça l'écrase encore si tu veux voilà. »* (L.D.). Ainsi, dans les deux lycées, il est demandé aux colleurs de prendre cette dimension humaine en considération : *« Il faut qu'ils soient gentils, enfin l'idée c'est pas du tout de casser, d'être sévère, sans rien dire, et de manière cassante, c'est pas du tout ça, c'est enfin que l'élève se sente en confiance »* (D.L.) ; *« Il ne s'agit pas de les harceler, mais ils en ont peur au début, c'est un passage à l'oral, ils aiment pas ça, et c'est pas plus mal parce qu'au début ils ont*

besoin d'être secoués gentiment » (Z.H.). Daverne et Dutercq (2013) trouvent qu'« *il est difficile de faire l'impasse sur la dimension relationnelle et affective de la notation* » en colle (p.164).

À K par exemple, L.D. explique que ceci est en partie en rapport avec la politique de rétention du lycée qui vise à minimiser les pertes d'étudiants surtout en début d'année : « *c'est quelque chose qu'on a choisi un peu en équipe pour, parce que tu comprends, le problème c'est qu'ils se démotivent vite à cause des maths. Souvent, c'est ça qui les fait partir de la prépa, ils partent jamais à cause de l'anglais ou de l'espagnol ou tout ça, c'est les maths. Et comme on n'a pas beaucoup d'effectifs, il faut pas qu'ils partent. Ceux qui sont là normalement ils ont le niveau, ils doivent rester, donc il ne faut pas que la colle de maths soit une source encore de stress pas possible qui fait qu'ils ont des 2, des 3 etc.* ». Dans le même esprit, Daverne et Dutercq (2013) expliquent que « *même si les connaissances restituées scolairement [lors des colles] sont insuffisamment en rapport avec les attentes fixées par l'enseignant, ce dernier évite des notes trop proches de zéro, qui risqueraient de provoquer une perte d'adhésion et un découragement irrévocables* » (pp.162-163). Il s'agit de l'aspect "violence retenue" qu'évoque Darmon (2013), renforcée par des injonctions politiques, imposant aux professeurs d'adoucir le choc de la prépa en adaptant leurs pratiques et en contrôlant leurs discours afin de limiter le nombre d'abandons en cours d'année (cf. chapitre I section 2).

Après une colle, le colleur remet un compte-rendu informel écrit ou discute avec le professeur afin de l'informer du niveau de chaque étudiant et de signaler les cas problématiques le cas échéant. À D, le colleur laisse dans le cahier de colles les exercices qu'il a donnés ainsi que la note de chaque étudiant : « *rien qu'en regardant l'énoncé de l'exercice et la note qu'il y a à côté, je vois ce qui a bloqué ou pas bloqué, j'ai pas besoin d'un commentaire détaillé* » (Z.H.). À K, L.D. réussit toujours à rencontrer les colleurs qui sont tous de K, il discute avec eux et n'a pas besoin de rapport écrit : « *le principal que j'attends c'est qu'ils me disent quand un élève est vraiment à côté de la plaque. Et après, je ne demande pas vraiment, c'est plutôt eux qui parlent, et souvent ils me disent des choses auxquelles je ne m'attends pas vraiment forcément, du genre que c'est quelqu'un qui est vif, qui réagit bien, tu vois des choses qu'on voit moins à l'écrit* ». Ensuite, il fait un retour aux étudiants : « *je commente souvent individuellement, de manière informelle, les très bonnes notes de colles et les très mauvaises notes de colles* ».

En voie T

Selon H.C., il n'y a pas d'instructions officielles concernant les colles pour cette voie non plus : « *si vous regardez dans les textes [officiels], ce qui est prévu c'est l'horaire, c'est 20 minutes par quinzaine* ». Cependant, ayant discuté avec ses collègues professeurs de mathématiques dans d'autres lycées de la même voie, il affirme que les colles de

mathématiques en voie T prennent d'habitude la forme "classique" d'une interrogation au tableau en petit groupe (question de cours suivie d'un exercice dicté) comme en voie S. Cependant, depuis plusieurs années, il a opté pour une autre forme de colles particulières et flexibles. En effet, il y a 14 ans, il avait « *une bonne promo qui avait envie de bosser* », il a alors testé un nouveau dispositif de colles qui a bien fonctionné et il a ensuite décidé de le maintenir. Après avoir obtenu l'accord de son inspecteur général et ayant discuté avec plusieurs collègues au sujet de ce dispositif qui lui est propre, il nous dit « *ce n'est pas un truc que je fais en catimini, ce type de pratiques je crois est plutôt encouragé* ».

Déroulement de la colle

Le déroulement de ces séances est très différent de celui des colles de voie S. La colle ressemble plutôt à une séance de TD qui se déroule en petit groupe, avec 6 à 8 étudiants par séance répartis entre deux colleurs dans la même salle et aux mêmes horaires. Le travail consiste en une résolution d'exercices sur table, à partir d'une fiche d'exercices distribuée en début de séance. Le travail est en général individuel, chaque étudiant travaille seul alors que chaque colleur circule parmi ses étudiants pour vérifier leur travail et les aider si nécessaire. Suite à la demande de H.C., les colleurs peuvent tolérer qu'une partie du travail se fasse à plusieurs ou qu'il y ait des discussions entre deux étudiants.

Gestion logistique des colles

Comme en voie S, en début d'année, le colloscope est préparé par le professeur principal. Les étudiants sont alors répartis sur les séances de colles de mathématiques qu'ils passent un après-midi toutes les deux semaines. Ces colles durent une heure et sont gérées par les deux mêmes professeurs externes tout au long de l'année. À chaque séance, quatre étudiants sont assignés à chaque colleur et ils alternent entre les deux d'une séance à l'autre. H.C. ne fait pas passer de colles en première année, mais il est toujours dans la salle d'à côté en même temps qu'il gère les colles de deuxième année, ainsi il peut jeter un coup d'œil sur ce qui se passe sans intervenir.

Contenu de la colle

Une colle porte sur le chapitre qui est en cours comme le confirme H.C. : « *c'est très simple, on fait des colles sur ce qu'on est en train de faire en classe* ». Il ne s'agit pas de questions de cours, mais d'une sélection d'exercices préparée par chaque colleur individuellement, avec l'aide de H.C. qui leur propose souvent des listes inspirées des exercices qu'il traite en cours. Ainsi, les étudiants doivent connaître leur cours afin de pouvoir traiter les exercices, notamment les formules et les propriétés : « *il y a des parties qui sont des exos de pure application et puis d'autres qui sont un peu plus développées, il y a des parties de cours qui peuvent se retrouver à l'intérieur. Si on fait le calcul des variances, il faut que vous connaissiez à un moment ou un autre la formule de Konig-Huygens par exemple pour calculer cette variance, donc pas le faire réciter bêtement* ».

Dans certains cas, suite à la demande des étudiants, H.C. prépare des corrigés des listes d'exercices de colles qu'il envoie par mail aux étudiants : *« il m'est arrivé de leur taper le corrigé et de leur envoyer le corrigé par mail après sur des exos qui n'avaient pas été donnés par moi mais par le colleur »*.

Évaluation de la colle

À la fin de chaque colle, les colleurs communiquent une note par étudiant au professeur évaluant le travail qui a été fait, sa capacité à résoudre les exercices et sa connaissance du cours. Mais cette note n'est qu'une formalité pour H.C. : *« la note n'est pas importante, c'est juste une obligation administrative »*. Les colleurs et H.C. discutent aussi brièvement de chaque cas et du déroulement de la colle : *« ce qu'ils me disent, c'est que globalement il y en a une grande partie qui n'ont pas absolument pas appris le cours et ne savent pas faire les choses élémentaires¹⁰⁰ »*.

Selon H.C., il est inutile de mettre les étudiants de voie T devant un tableau et de les interroger comme en voie S puisqu'ils n'ont pas d'épreuve orale en mathématiques au concours, sauf pour HEC qui est un concours très rarement tenté par les étudiants de cette voie. Cela justifie l'organisation des colles adoptée par ce professeur qui la trouve indispensable pour répondre aux besoins de ces étudiants et favoriser leur apprentissage. De plus, H.C. demande aux colleurs d'être plutôt gentils.

2. Ce que disent les professeurs et colleurs

Nous avons cherché à savoir ce que pensent les colleurs et les professeurs concernant le déroulement et les objectifs des colles, ainsi qu'à déterminer leurs attentes vis-à-vis des étudiants. Pour rappel, nous avons contacté par mail tous les colleurs dans les trois lycées, afin de leur poser quelques questions concernant ce dispositif. Toutefois, seulement deux colleurs des prépas de voie S nous ont répondu. Le premier colleur (F.J.) est le professeur de mathématiques en deuxième année de prépa à D ; le second (D.Y.) est professeur de lycée à K.

L'objectif des colles

À la question concernant l'apport du dispositif des colles aux étudiants, les colleurs nous répondent : *« c'est pour les étudiants l'occasion, sans pouvoir s'y soustraire, de faire le point sur leurs connaissances et savoir faire. Ils peuvent bénéficier d'une deuxième explication de certains points du cours et parfois d'un autre point de vue que celui développé en classe »* (D.Y.) ; *« l'obligation de travailler le cours. Souvent, ils pensent*

¹⁰⁰ Nous postulons que H.C se base sans doute sur l'avis des colleurs pour élaborer son avis sur ses étudiants. Nous prenons en considération ce dernier dans nos interprétations en gardant cependant un recul.

connaître le cours, mais ils réalisent pendant la colle qu'ils ne connaissent pas les hypothèses d'un théorème, voire ont oublié le théorème » (F.J.). De leur côté, les professeurs de mathématiques nous disent : « le but de ces colles est de faire travailler les étudiants et surtout les pousser à rédiger » (H.C.) ; « le but (des colles) est d'aider les étudiants, les soutenir et les inciter à travailler » (F.M.) ; « ça sert de cours particulier en fait la plupart du temps. Les colles ça remet un petit coup de pression pour qu'ils se forcent à aller chercher le cours et aller comprendre ce qui se passe. [...] et en pratique ils se rendent vite compte qu'on est là pour leur réexpliquer. [...] En général, ils ne savent pas faire mais ce n'est pas grave, s'ils savent leur cours en chemin, on les aide à construire » (Z.H.) ; « ça organise le travail, tu sais pour l'histoire du travail par quinzaine, ça évite qu'ils prennent trop de retard. Après c'est quand même le moment d'avoir une ré-explication de certains points, parce que je pense qu'il y a quand même des choses qui leur passent par-dessus, c'est l'occasion de remettre au point. Et puis pour moi en temps que prof, je peux voir si c'est un élève qui suit ou qui suit pas. Je préfère, enfin on préfère c'est des décisions d'équipe tout ça, on préfère que ça serve de mini cours particulier éventuellement plutôt que comme une évaluation qui serait une n-ième évaluation chiffrée » (L.D.).

Nous résumons les principaux points évoqués par les professeurs et colleurs concernant le rôle des colles. Nous notons d'abord l'importance des colles pour l'incitation au travail régulier, notamment pour pousser les étudiants à apprendre le cours. Il s'agit donc d'une technique d'empressement (cf. chapitre I section 2) qui impose une régularité "contrainte". Ensuite, ce dispositif permet aux étudiants de faire le point sur les connaissances et les lacunes et d'avoir une deuxième explication apportée par un professeur autre que celui de la classe. Les professeurs attribuent aussi à ces séances le rôle de cours particulier. Comme le dit Rauscher (2010), elles « *constituent des espaces au sein desquels les professeurs peuvent développer un enseignement adapté à chaque élève* » (p.247). Nous repérons une dimension relationnelle des colles à travers l'aide et le soutien qu'apportent les colleurs. Cette dimension relationnelle d'accompagnement de l'étudiant est évoquée par Darmon (2013) qui parle de l'aspect humain de l'institution CPGE qui intervient dans la vie psychique des élèves, et par Rauscher (2010) qui trouve que « *les CPGE leur permettent de concilier un enseignement très centré sur des contenus disciplinaires de haut niveau, en cours et un aspect relationnel, plus développé que dans les universités ou dans d'autres structures de l'enseignement supérieur* » (p.248). Enfin, il ne faut pas oublier qu'il s'agit d'un outil d'évaluation, sachant que c'est l'aspect le moins cité par les professeurs.

Pour déterminer si une colle a été réussie ou enrichissante, les colleurs nous disent : « *Que la note soit bonne ou mauvaise, je suis satisfait si l'étudiant me déclare avoir mieux compris un point précis grâce au moment qu'il vient de passer avec moi.* » (D.Y.) ;

« Trois cas me viennent à l'esprit : l'étudiant gagne en confiance car il a réussi à faire l'exercice avec une aide minimale ; l'étudiant a bien compris les théorèmes du cours (importance des hypothèses) ce qui n'était pas le cas en début de colle ; un bon étudiant qui a été obligé de se concentrer pendant 45 min (ce qu'il n'avait pas l'habitude de faire). Il m'arrive de demander aux étudiants leur cours pour leur montrer le théorème et leur faire souligner les hypothèses. » (F.J.).

Nous voyons clairement l'importance qu'attribuent ces deux colleurs à la compréhension du cours (surtout les théorèmes – importance des hypothèses) à la sortie d'une colle, qui prime sur la note, ainsi qu'au fait de mener les étudiants à la réussite d'une tâche donnée (l'exercice). De plus, les colleurs soulignent le rôle de l'étayage psychologique des colles, ils évoquent la prise de confiance et la concentration possibles grâce à l'aide du colleur.

Le rôle du colleur

Concernant le rôle du colleur et l'objectif de ses interventions, les colleurs écrivent : *« Prendre le temps, si possible, de montrer qu'on peut avoir du plaisir à faire des mathématiques. » (D.Y.) ; « Il faut que l'étudiant n'ait pas peur de se tromper : j'essaie donc de le mettre en confiance. Je m'arrange toujours pour donner un début assez simple pour que l'étudiant trouve de lui-même la solution : certains se disent clairement "il finira par me donner la solution". Un petit bilan en fin de colle permet de mettre en avant les progrès par rapport aux colles précédentes, les points bien acquis dans le cours, les questions de l'exercice bien traitées. » (F.J.).*

Dans ces réponses, nous voyons que le rôle du colleur, tel que le perçoivent ces deux colleurs, dépasse celui d'un simple interrogateur ou enseignant. Les colleurs soulignent les apports transversaux des colles, qui ne sont pas en rapport avec un apprentissage mathématique mais ont plutôt un côté relationnel : la confiance, l'encouragement, l'aide et la reconnaissance du mérite. Un objectif particulier cité par D.Y. concernant "le plaisir de faire des mathématiques" rappelle les travaux de Darmon (2013), qui décrit le savoir-vivre d'une discipline visant à instaurer un rapport esthétique, moral ou intellectuel aux contenus du cours et pas uniquement en termes de rentabilité, et de Rauscher (2010), qui avance l'intérêt intellectuel pour la discipline enseignée comme une des raisons principales du choix de profession par les professeurs de CPGE.

Nous retrouverons tous ces éléments, mais aussi plusieurs autres, dans la suite à travers les réponses des étudiants au questionnaire et aux mails.

3. Ce que disent les étudiants

3.1 La préparation des colles

Pour les trois items du questionnaire que nous analysons ci-contre, nous présentons les taux d'étudiants ayant répondu souvent ou toujours uniquement en fin de première année de prépa. Le dispositif des colles n'existant pas au lycée, ces items n'apparaissent pas dans le questionnaire qui porte sur la fin de la Terminale (DEB11-12 et DEB12-13).

Nous cherchons à voir comment les étudiants préparent les colles en général.

Nous considérons les items suivants (de la catégorie "Les colles") :

- Je prépare les colles en groupe ;
- Je refais les exercices corrigés en classe ;
- Les colles sont utiles ;

Je prépare les colles en groupe

Il est très peu commun de préparer les colles en groupe, le taux moyen de ceux qui disent le faire souvent ou toujours étant de 20%.

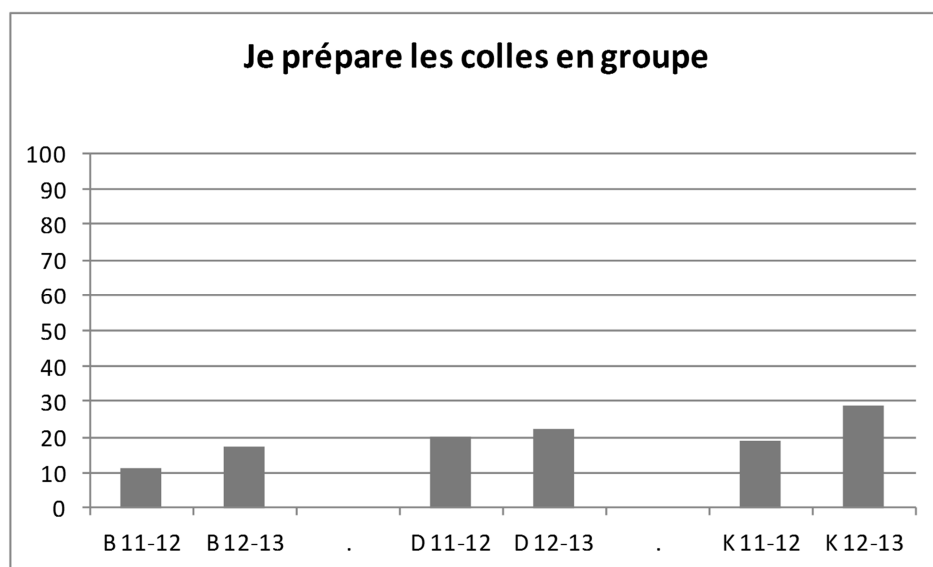


Diagramme en barres 54 : Je prépare les colles en groupe

Ce taux est plausible étant donné que, même si près de la moitié des étudiants ont l'habitude de travailler assez régulièrement ou régulièrement en groupe pour les mathématiques en général (cf. chapitre VI), ce travail de groupe peut concerner les DM, les DS, l'explication des cours... autant que les colles.

Nous repérons deux classes pour lesquelles le taux s'éloigne de la moyenne : d'abord B 2011-2012, avec un taux de 12%, ensuite K 2012-2013 avec un taux de 29%. Pour la première, c'est aussi la classe qui a le plus faible taux pour l'item concernant le travail en groupe en général, ce qui est donc cohérent avec le taux de cet item. Quant à K 2012-2013, le travail en groupe pour les mathématiques en général n'est pas plus répandu dans cette classe qu'ailleurs. Pourtant, il semble que les étudiants qui travaillent en groupe spécifiquement pour la préparation des colles sont plus nombreux qu'ailleurs. Nous conjecturons que ces étudiants privilégient le travail collaboratif pour les colles par rapport aux autres tâches telles que les DM ou les DS.

Les professeurs nous confirment observer de temps en temps un travail de groupe entre les étudiants pour les colles, par exemple entre les membres du trinôme de colle dans le couloir avant l'épreuve. De même, les étudiants évoquent cette pratique lors des entretiens. Les deux étudiants de K disent préparer les colles en groupe de colle assez couramment : *« les colles par contre avec mes partenaires, on fait beaucoup plus. Comme Sophie, on se pose des questions, on fait des démonstrations devant l'autre pour voir quelles sont les erreurs qu'on a faites »* ; *« les colles quand même si, un petit peu avec mon binôme, on prépare un peu. [...] C'est généralement avant la colle, l'heure avant la colle. On sait qu'on a déjà travaillé de notre côté »*. L'étudiante de B explique que les étudiants préparent les colles dans certains cas à plusieurs, sachant qu'il n'y a pas vraiment de groupe de colle dans ce lycée. Elle dit qu'ils s'expliquent des notions de cours *« qu'ils n'ont pas comprises à un moment pendant le cours de maths et qu'ils savent que ça va tomber dans la colle »*, ou revoient les exemples traités en cours et les exercices donnés par le professeur. H.C. nous dit que les étudiants pourraient se passer la feuille d'exercices de la colle d'une semaine à l'autre, puisqu'en général chaque colleur prépare une seule sélection par thème, sauf qu'il est presque certain qu'ils ne le font pas, vus leurs résultats aux colles. L'étudiante de K explique qu'une étudiante parmi les membres de son groupe de colle est très compétitive, elle n'aime pas qu'on lui pose des questions avant les colles, ce qui fait que chacun prépare seul.

Pour cet item, nous ne notons aucune dépendance.

Lien avec l'item sur le travail de groupe

Nous croisons l'item sur la préparation des colles en groupe avec l'item sur le travail de groupe en général. Nous trouvons une dépendance (test du Khi-deux, p-valeur=0,002).

		J'ai l'habitude de travailler en groupe		Total
		jamais ou rarement	assez régulièrement ou régulièrement	
Je prépare les colles en groupe	jamais ou parfois	73	70	143
	souvent ou toujours	8	27	35
Total		81	97	178

Tableau de dépendance 114 : Croisement des items Je prépare les colles en groupe et J'ai l'habitude de travailler en groupe/ avec des amis/collègues

Ce croisement montre que parmi les 97 étudiants qui disent travailler assez régulièrement ou régulièrement en groupe pour les mathématiques en général, 72% ne le font pas (jamais ou parfois) pour les colles. De même, environ 50% des étudiants qui ne préparent jamais ou uniquement parfois les colles en groupe travaillent en groupe assez régulièrement ou régulièrement. Le travail de groupe peut donc porter sur d'autres aspects que la préparation des colles.

Je refais les exercices corrigés en classe

Le fait de refaire souvent ou toujours les exercices corrigés en classe est très répandu parmi les étudiants de voie S, surtout à D 2012-2013, mais moins parmi ceux de voie T.

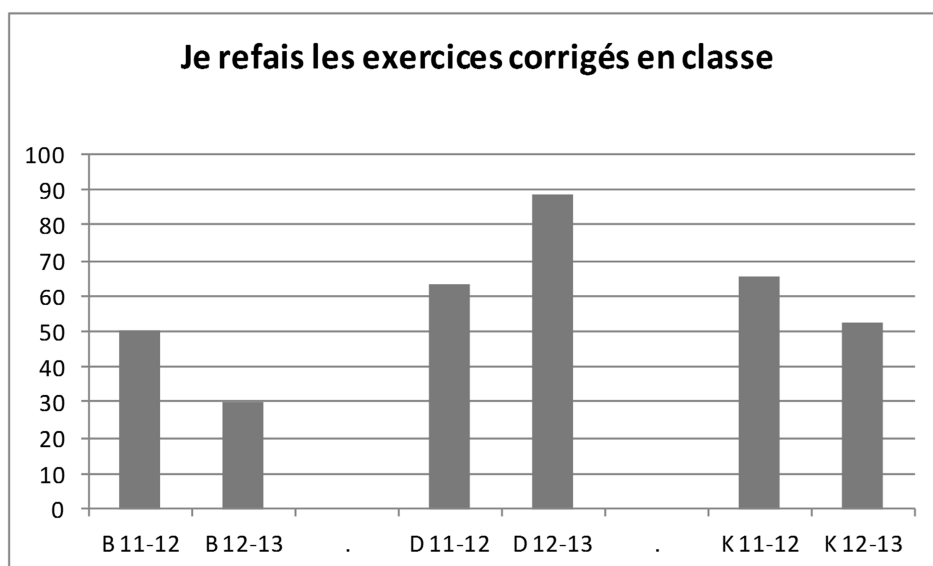


Diagramme en barres 55 : Je refais les exercices corrigés en classe

Nous trouvons pour cet item une dépendance avec la voie (test du Khi-deux, pvalue=0) et le lycée (test du Khi-deux, pvalue=0) pour l'ensemble des étudiants, de même qu'avec le lycée pour les étudiants de voie S (test du Khi-deux, pvalue=0,015).

	Répartition selon la voie (pour l'ensemble)		Répartition selon le lycée (pour l'ensemble)		
Je refais les exercices corrigés en classe (souvent ou toujours)	T 38%	S 71%	B 38%	D 78%	K 60%

Tableau de dépendance 115 : Je refais les exercices corrigés en classe (1)

Ces dépendances soulignent que cette pratique est plus répandue en voie S (71%) qu'en voie T (38%), ainsi qu'à D (78%) plus qu'à K (60%) sachant que cette différence est surtout due au taux exceptionnel à D en 2012-2013 (89%).

Nous tentons d'expliquer ces observations. En premier lieu, nous avons déjà établi que les étudiants de voie S sont plus assidus que ceux de voie T quant au travail ordinaire (cf. chapitre IX). En effet, ils sont nettement plus nombreux à travailler par période et régulièrement d'une séance à l'autre, ce qui explique qu'ils aient plus de temps pour refaire les exercices corrigés en classe pour les colles que les étudiants de voie T. De plus, ces derniers ne s'investissent pas nécessairement dans la préparation des colles puisqu'il ne s'agit pas d'une "vraie" épreuve pour eux mais plus d'une séance de résolution d'exercices. Même la note n'est pas très importante pour H.C., ce qui mettrait donc moins la pression pour les étudiants et expliquerait qu'ils soient moins nombreux à refaire les exercices corrigés avant les colles. En outre, nous notons un taux nettement plus faible à B 2012-2013 qu'à B 2011-2012, ce que nous expliquons encore une fois par notre hypothèse qu'il s'agit d'une classe qui travail moins assidûment que l'autre.

Quant aux différences entre les classes de voie S, notamment le taux de D 2012-2013 qui se démarque des autres, une explication possible concerne le moment des révisions pour les colles. Nous avons déjà établi que les étudiants de D en 2012-2013 sont plus nombreux qu'ailleurs à réviser leur cours et travailler par période (cf. chapitre IX). Or nous avons associé cette modalité principalement au travail bimensuel de préparation des colles, ce qui pourrait expliquer le taux exceptionnel de cette classe pour le fait de refaire les exercices corrigés en classe. De plus, Z.H. incite explicitement les étudiants à retravailler ces exercices : *« c'est comme ça que je présente les colles, je leur dis j'attends pas de vous, on n'attend pas de vous qu'en colle que vous arriviez et que vous sachiez faire l'exercice comme ça en claquant des doigts, si vous le faites c'est bien. Mais on attend de vous que vous sachiez réagir aux indications, que vous montriez que vous comprenez ce dont on vous parle et donc forcément ça sera des exercices de la forme de ce qu'on a fait en TD forcément. Et donc du coup qu'ils aillent chercher ces exercices, c'est naturel. »*. Enfin, L.D. met en place un dispositif particulier afin d'aider

les étudiants à préparer les colles : il leur donne des fiches d'exercices supplémentaires qui ont pour principal objectif la préparation des colles (cf. chapitre IX section 1) et qu'il ne traite pas en classe mais pour lesquelles il envoie le corrigé. Nous pouvons alors penser que les étudiants de K sont moins nombreux que ceux de D à refaire les exercices corrigés en classe parce qu'une partie des étudiants se contente de refaire la fiche supplémentaire et d'apprendre les trois démonstrations désignées par le professeur. Ce serait encore plus le cas des étudiants de la promotion 2012-2013 qui suivent de très près les conseils de L.D., d'où le taux plus faible qu'ailleurs en voie S.

Par ailleurs, pour cet item nous notons une dépendance avec le niveau* des étudiants pour l'ensemble (test du Khi-deux, $p\text{-valeur}=0,042$).

	Répartition selon le niveau* (pour l'ensemble)		
Je refais les exercices corrigés en classe (souvent ou toujours)	b 40%,	m 75%	f 72%

Tableau de dépendance 116 : Je refais les exercices corrigés en classe (2)

Cette pratique est moins répandue parmi les bons étudiants (40%) que les moyens (75%) et les faibles (72%). Nous rappelons que les bons sont plus nombreux que les autres à chercher les exercices donnés par le professeur entre deux cours de mathématiques (cf. chapitre X). Ainsi, nous pouvons conjecturer qu'ils ne les refont pas en préparant les colles parce qu'ils les ont déjà préparés avant la correction en classe, contrairement aux faibles et moyens. Nous pouvons aussi penser que les bons étudiants sont capables de tirer les éléments à retenir de ces exercices pendant la correction en classe, n'ayant ainsi pas le besoin de les refaire pour la colle.

Les colles sont utiles

Les étudiants sont très majoritaires à trouver les colles utiles souvent ou toujours.

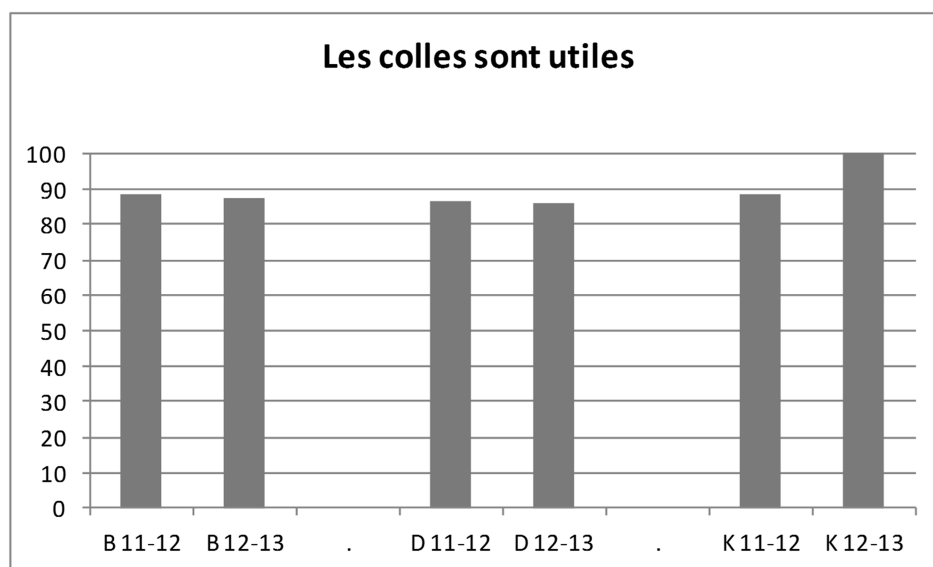


Diagramme en barres 56 : Les colles sont utiles

Cet item reflète l'importance des colles perçue par les étudiants partout, sans distinction de filière, lycée ou niveau. Nous pouvons en effet voir qu'environ 90% des étudiants en moyenne trouvent les colles souvent ou toujours utiles (avec 100% à K en 2012-2013). Nous pouvons aussi noter que parmi les 10% qui répondent jamais ou parfois, 63% sont des étudiants faibles.

Nous ne notons aucune dépendance pour cet item.

L'analyse qui suit, concernant les avantages et inconvénients des colles, permet de mieux appréhender leur utilité.

3.2 Les avantages et les inconvénients des colles

Nous explorons dans la suite les avantages et inconvénients des colles comme les décrivent les étudiants à travers les deux questions ouvertes du questionnaire (ce que je trouve positif/négatif dans le dispositif des colles). Nous complétons notre analyse de ces deux items du questionnaire par des extraits de citations des étudiants recueillis à travers les mails échangés avec certains (concernant le déroulement des colles et l'aspect cours particulier) et les entretiens menés avec les quatre étudiants.

Nous rappelons que pour les réponses aux deux questions ouvertes concernant les colles, nous avons retenu celles de 96 étudiants en 2011-2012 (64 S et 32 T) et de 122 étudiants en 2012-2013 (69 S et 53 T), afin d'avoir le maximum d'éléments d'information possible pour nos interprétations. Dans les tableaux ci-dessous, nous donnons le nombre d'élèves ayant cité chaque mot-clef ou expression-clef dans les réponses, en ordonnant ces derniers par ordre décroissant de leur effectif d'apparition par lycée, avec un tableau pour

les avantages et un autre pour les inconvénients. Selon le cas, nous trouvons dans la réponse d'un étudiant à ces deux questions un seul ou plusieurs éléments (mot-clef ou expression-clef) évoquant les inconvénients des colles, leurs avantages ou les deux, sachant que le nombre d'éléments cités par réponse varie entre les étudiants.

Il faut noter que nous trouvons un nombre non négligeable de non réponses à cette question ouverte. Dans certains cas, les étudiants écrivent explicitement "rien" ou "rien à signaler", tandis que dans d'autres l'espace consacré à la réponse est simplement vide. Nous distinguons les deux dans les tableaux ci-dessous. Il est difficile de savoir si une non réponse reflète une absence de réponse intentionnelle indiquant que l'étudiant n'a rien à dire, un manque d'envie de la part de l'étudiant à compléter une question ouverte par comparaison aux questions à choix unique, ou encore une lassitude vers la fin du questionnaire.

Les étudiants de voie T

Ce que je trouve positif dans le dispositif des colles (B : 85 réponses)		
Comprendre et maîtriser les notions incomprises en classe, identifier les lacunes et difficultés, approfondir certaines notions 32	Réviser/revoir/retenir/apprendre son cours (formules, définitions, théorèmes)/les notions de bases/les notions fondamentales 21	Avoir recours au colleur qui écoute, aide, débloque, explique, répond aux questions, corrige, encadre 21
Entraînement supplémentaire pour résoudre des exercices, faire des exercices en plus que ceux du cours, exercices de tous les niveaux et/ou plus difficiles, avoir des corrections 14	Suivi individuel/personnalisé 13	Travail régulier, rester à jour, rattraper le retard et/ou les absences 10
Cours particulier, travail en petit groupe 6	Dimension relationnelle : soutien, quelqu'un à l'écoute, dialogue, liberté d'expression, remonter le moral, avoir confiance en soi, esprit de groupe 6	Mettre en application le cours, articuler le cours et les exercices 6
Colleur comme agent externe, point de vue différent et autre explication/évaluation/ façon que le professeur, plus de détail 5	Pas de réponse 13	Autres : Plus instructif/efficace 2 Retenir ses erreurs 2 Plus d'organisation 2 Cohésion 1 Gestion du temps 1 Autonomie 1 Evaluation de son niveau 1 Moins rapide que le cours 1

Tableau 22 : Ce que je trouve positif dans le dispositif des colles (B)

Lecture : À B, nous avons recueilli 85 réponses à l'item « Ce que je trouve positif dans le dispositif des colles ». Dans ces réponses, nous trouvons 32 fois une des expressions-clefs suivantes : comprendre et maîtriser les notions incomprises en classe, identifier les lacunes et difficultés, approfondir certaines notions.

Ce que je trouve négatif dans le dispositif des colles (B : 85 réponses)		
Durée de séance trop courte, pas le temps de tout revoir ni de poser toutes les questions 12	Stressantes/inutiles/ travail supplémentaires/ trop de colles en même temps 10	Trop longues/ denses/fatigantes/ difficiles 8
Rien à signaler 9	Ratio colleur/étudiants trop faible 6	Pas assez de colles 4
Ne reprend pas toutes les notions vues en classe ou porte sur autres contenus 4	Exercices différents de ceux traités en classe et du niveau des DS/ concours blancs 3	
Pas de réponse 38	Autres : Bavardage 2 Poser des questions baisse la note 1	

Tableau 23 : Ce que je trouve négatif dans le dispositif des colles (B)

L'apprentissage mathématique

Pour les étudiants de voie T, les colles sont avant tout l'opportunité de comprendre et maîtriser les notions qui n'ont pas été comprises en classe, d'identifier les lacunes et les difficultés et d'approfondir certaines notions. Ensuite, elles sont l'occasion de revoir et apprendre le cours (retenir les formules, définitions, et théorèmes) et de revenir sur les notions de bases. De plus, les colles permettent aux étudiants de s'entraîner à résoudre des exercices supplémentaires, en plus de ceux qui sont faits en cours ou en TD, à travailler des exercices de différents niveaux de difficulté et à obtenir des corrections. Ainsi, c'est le moment d'articuler cours et exercices, en mettant concrètement en application le cours. Tout cela nécessite et impose donc un travail régulier de la part des étudiants, ce qui leur permet de rester à jour et de rattraper le retard et/ou les absences.

Le rôle du colleur

Par ailleurs, de nombreux étudiants perçoivent le colleur comme beaucoup plus qu'un interrogateur, son rôle étant primordial. En effet, le colleur est décrit comme une personne qui écoute, aide, débloque, explique, répond aux questions, corrige les erreurs et encadre. De plus, un colleur est un "agent externe", qui apporte un point de vue différent de celui du professeur de classe. Voici ce que disent deux étudiants dans leurs mails en évoquant les différents aspects du rôle du colleur : « *quand nous sommes devant les colleurs et que l'on est bloqué, ils nous réexpliquent le problème et nous aident beaucoup* » ; « *ils nous aident quand on ne comprend pas, [...] les colleurs ils sont quand même là pour nous aider, donc si on a vraiment un truc qu'on n'a pas compris, on*

va les voir ». Selon plusieurs étudiants, le colleur a souvent une autre manière d'expliquer les choses, il explique de façon plus détaillée et moins rapide que celle qui est possible en cours. Pour quelques étudiants, le colleur explique même mieux que le professeur et les colles sont mieux organisées, plus instructives et plus efficaces que le cours et les TD. Un seul étudiant dit que le fait de poser des questions au colleur se traduit par une baisse de la note : *« on peut demander de l'aide au colleur, en tenant compte du fait que la note peut en prendre un coup »*.

L'aspect cours particulier

Les colles sont aussi décrites par les étudiants comme un "cours particulier" de par son organisation en petit groupe, favorisant les interactions individuelles avec le professeur. C'est un dispositif qui permet un suivi personnalisé pour chaque étudiant, qui aide les étudiants de façon précise en visant les lacunes de chacun. Ceci permet aux étudiants de repérer et retenir leurs erreurs afin d'éviter de les refaire ainsi que d'évaluer leur niveau. Nous pouvons avancer l'hypothèse que l'individualisation du travail en colle donne aux colleurs l'occasion d'apporter à chaque étudiant des *« aides constructives »* (Robert, 2008, p.51) adaptées à l'état de ses connaissances et portant sur les contenus mathématiques précis en jeu dans l'interrogation.

La dimension relationnelle

Plusieurs étudiants évoquent la dimension relationnelle des colles. En effet, ils disent que c'est un espace de libre expression et de dialogue, une source de soutien avec une personne à l'écoute, une séance qui permet de remonter le moral, de gagner confiance en soi et de développer l'esprit du groupe au sein de la classe. Un étudiant dit que les colles permettent aussi de développer une autonomie et un autre en apprend une meilleure gestion du temps.

L'organisation logistique de la colle

Parmi les points négatifs cités, plusieurs étudiants trouvent que la durée d'une séance de colle est très courte et que les colles ne sont pas assez suffisantes et régulières. Ceci n'est pas surprenant vu la forme particulière des colles dans ce lycée et leur objectif. En effet, une heure ne semble pas suffisante pour traiter tous les exercices prévus pour la séance, revoir toutes les notions du chapitre/thème cours et poser toutes les questions autour des points problématiques accumulés sur deux semaines : *« les colles ne suffisent pas. Certes, on peut mieux comprendre certains points, et revenir dessus en posant des questions et se faire expliquer, mais elles ne durent qu'une heure maximum et nous ne pouvons pas revenir sur tous les points du cours qui nous posent problème »*. De plus, pour quelques uns, le ratio colleur/étudiants est faible. Sachant qu'il y a en moyenne un colleur pour 3-4 étudiants, ils trouvent que le colleur ne passe pas assez de temps avec chaque étudiant. Nous signalons que ce ratio est non négligeable en comparaison avec celui des séances de

TD en voie S où un professeur gère la moitié de la classe, soit entre 12 et 18 étudiants à K et D. Pour d'autres, a contrario, les colles sont longues, denses, fatigantes et difficiles.

Le contenu des exercices

Un autre point négatif repris par quelques étudiants concerne le contenu des colles. Certains trouvent que les exercices qui y sont traités sont différents de ceux traités en cours, ne portent pas exclusivement sur ce qui a été fait en classe dernièrement, ou encore ne sont pas du niveau de difficulté des DS et concours blancs. Quelques étudiants disent que les colles ne reprennent pas toutes les notions vues en classe ou portent sur des contenus qui proviennent d'autres thèmes ou de chapitres plus anciens. Cela est en partie dû au fait que les mathématiques sont cumulatives.

D'autres inconvénients

Malgré tous les points positifs très cités par beaucoup d'étudiants, plusieurs trouvent les colles stressantes, inutiles et exigeant trop de travail supplémentaire. Nous pouvons interpréter ces réponses comme reflétant une rupture avec ce que les étudiants ont connu au lycée. De plus, certains étudiants disent que les colles sont trop nombreuses, en comptant les colles des autres disciplines. Deux étudiants évoquent aussi le bavardage et le bruit provoqués par ceux qui ne travaillent pas sérieusement. Finalement, hormis les non réponses, plusieurs étudiants disent explicitement qu'il n'y a pas de points négatifs à signaler et aucun étudiant ne critique les colleurs.

Les étudiants de voie S

Ce que je trouve positif dans le dispositif des colles (K : 54 réponses)		
Comprendre et maîtriser les notions incomprises en classe, identifier les lacunes et difficultés, approfondir certaines notions 25	Réviser/revoir/retenir/apprendre son cours (formules, définitions, théorèmes)/les notions de bases/les notions fondamentales, travailler les démonstrations 27	Travail régulier, rester à jour 20
Entraînement supplémentaire pour résoudre des exercices, faire des exercices en plus que ceux du cours, exercices de tous les niveaux et/ou plus difficiles, avoir des corrections 8	Avoir recours au colleur qui écoute, aide, débloque, explique, répond aux questions, corrige, encadre 7	Se tester, s'évaluer, avoir une note 7
S'entraîner à l'oral, être seul face au tableau, communiquer avec un individu inconnu 6	Dimension relationnelle : soutien, quelqu'un à l'écoute, dialogue, liberté d'expression, remonter le moral, avoir confiance en soi, esprit de groupe 5	Cours particulier, travail en petit groupe 5
Gérer le stress, pression bénéfique 4	Apprendre des astuces et méthodes/ techniques 4	Se préparer pour le DS 4
Travailler des exercices types 3	Suivi individuel/ personnalisé 3	Avoir plus de temps pour travailler, petit à petit 3
Pas de réponse 5	Autres : Colleur comme agent externe 2 Plus efficace qu'un TD 2 Repérer et retenir ses erreurs 2 S'entraîner à rédiger 1 Mettre en application le cours, articuler le cours et les exercices 1	

Tableau 24 : Ce que je trouve positif dans le dispositif des colles (K)

Ce que je trouve positif dans le dispositif des colles (D : 79 réponses)		
Comprendre et maîtriser les notions incomprises en classe, identifier les lacunes et difficultés, approfondir certaines notions 33	Réviser/revoir/retenir/apprendre son cours (formules, définitions, théorèmes)/les notions de bases/les notions fondamentales, travailler les démonstrations 24	Travail régulier, rester à jour 19
Entraînement supplémentaire pour résoudre des exercices, faire des exercices en plus que ceux du cours, exercices de tous les niveaux et/ou plus difficiles, avoir des corrections 16	Avoir recours au colleur qui écoute, aide, débloque, explique, répond aux questions, corrige, encadre 17	Apprendre des astuces et méthodes / techniques 14
S'entraîner à l'oral, être seul face au tableau, communiquer avec un individu inconnu 11	Colleur comme agent externe, point de vue différent et autre explication/évaluation/façon que le professeur, plus de détail 10	Dimension relationnelle : soutien, quelqu'un à l'écoute, dialogue, liberté d'expression, remonter le moral, avoir confiance en soi, esprit de groupe, proximité avec le professeur, motivation 9
Mettre en application le cours, articuler le cours et les exercices 9	Cours particulier, travail en petit groupe 9	Se préparer pour le DS 8
Se tester, s'évaluer, avoir une note 8	Travailler des exercices types 7	Repérer et retenir ses erreurs 5
Suivi individuel/ personnalisé 4	Développer la curiosité et la réflexion 4	
Pas de réponse 6	Autres : Demander des exemples en plus 1 S'entraîner à rédiger 1 Gérer le stress, pression bénéfique 1 Avoir plus de temps pour travailler, petit à petit 1	

Tableau 25 : Ce que je trouve positif dans le dispositif des colles (D)

Ce que je trouve négatif dans le dispositif des colles (K : 54 réponses)		
Stressant 9	Programme trop long/lourd 9	Pas le temps d'approfondir son apprentissage et d'aborder tous les points importants 9
Trop d'importance au cours/démonstrations parfois inutiles au dépend des exercices 7	Humiliation, jugement du professeur, provocation, professeur qui s'empporte 4	Note démotivante, trop d'importance à la note au dépend de la compréhension 3
Trop de colles, planning chargé, empiètent sur d'autres disciplines, horaires 3	Confusion/ blocage/ panique 3	Aléatoires par rapport au niveau de difficulté et choix des exercices 3
Distraction de la préparation des DS/concours blancs 3	Pas le temps de se corriger ou de finir les exercices 3	Rien à signaler 2
Pas de réponse 13	Autres : Pas de correction 1 Différences d'expressions mathématiques entre les professeurs1 Pas de groupes de niveaux 1 Ordre des exercices imposé 1	

Tableau 26 : Ce que je trouve négatif dans le dispositif des colles (K)

Ce que je trouve négatif dans le dispositif des colles (D : 79 réponses)		
Trop de colles, planning chargé, empiètent sur d'autres disciplines, horaires 13	Pas le temps d'approfondir son apprentissage et d'aborder tous les points importants 9	Stressant 6
Confusion/ blocage/ panique/ pression au tableau 5	Note démotivante, trop d'importance à la note au dépend de la compréhension 5	Pas de soutien 5
Pas le temps de se corriger ou de finir les exercices 5	Aléatoires par rapport au niveau de difficulté et choix des exercices 4	Distraction de la préparation des DS/concours blancs 4
En groupe, pas la même attention à tous 4	Portent sur un cours non achevée ou sur des notions anciennes 3	Rien à signaler 3
Pas de correction/ d'explication 3	Subjectivité de la note entre les colleurs 3	
Pas de réponse 26	Autres : Humiliation, jugement du professeur, provocation, professeur qui s'emporte 2 Programme trop long/lourd 2 Peu d'exercices 1 Différences de méthodes entre les professeurs 1 Les étudiants n'ont pas tous le même rythme 1	

Tableau 27 : Ce que je trouve négatif dans le dispositif des colles (D)

Pour les étudiants de voie S, nous retrouvons plus ou moins les mêmes éléments dans le même ordre d'importance dans les deux lycées, surtout ceux qui reviennent le plus souvent dans les réponses des étudiants. Ainsi, nous proposons une synthèse commune pour les deux lycées.

L'apprentissage du cours

Comme pour les étudiants de voie T, les colles sont d'abord un dispositif qui permet d'assimiler les notions incomprises en classes, de comprendre les points difficiles et de mettre en avant les points importants. Elles sont une façon efficace pour apprendre et approfondir le cours, notamment pour retenir les définitions, théorèmes et surtout travailler les démonstrations. Ces dernières ne sont pas évoquées par les étudiants de voie T étant donné qu'ils ne sont pas interrogés sur les démonstrations. Néanmoins, les étudiants sont en désaccord entre eux par rapport au fait qu'il suffit de connaître son cours pour réussir sa colle : certains pensent que c'est une simple récitation de cours, alors que d'autres trouvent que la réussite demande plus que cela. De plus, plusieurs étudiants trouvent le programme des colles trop long et lourd, ce qui leur laisse peu de temps pour approfondir leur apprentissage et aborder toutes les notions importantes du cours. En outre, des étudiants disent que les colles peuvent porter sur des parties du cours très récentes et donc pas encore bien maîtrisées par tous, ou même des notions anciennes, ce qui semble leur poser problème.

Le problème des échéances

D'autre part, à cause de leurs exigences et leur rythme soutenu, les colles obligent les étudiants à maintenir un travail régulier afin de rester à jour et d'éviter une accumulation du travail pour les DS. Toutefois, de nombreux étudiants ont du mal à tenir le rythme. En effet, les colles de mathématiques qui ont lieu tous les 15 jours coïncident souvent avec des colles d'autres disciplines. Par conséquent, les étudiants se retrouvent débordés et fatigués, avec plusieurs colles à préparer et à passer par semaine, voire sur une même journée. De plus, les colles ont le plus souvent lieu en fin de journée, ce qui fait que les étudiants finissent tard. Sans oublier que, outre les colles, les étudiants doivent aussi préparer des DS et ont des devoirs à faire à la maison également, en mathématiques et pour d'autres disciplines. Selon certains, les colles empiètent sur le temps de révision pour les autres évaluations. Alors, ils sont souvent confrontés à un dilemme : quelle préparation privilégier pour les mathématiques, celle des colles ou celle des DS ? En général, les étudiants ont tendance à opter pour le second choix (ce qui explique certains résultats de notre questionnaire déjà évoqués, notamment dans les chapitres X et XII).

Le travail autour des exercices

Les colles sont aussi l'occasion d'un entraînement supplémentaire pour de nombreux étudiants. Elles leur permettent de résoudre de nouveaux exercices similaires à ceux du cours, parfois plus complexes, ainsi que des exercices types utiles pour la préparation des DS. Cette dimension relative aux exercices semble revenir plus chez les étudiants de voie S que ceux de voie T, notamment le fait de comprendre comment s'articulent le cours et les exercices. Cependant, plusieurs étudiants trouvent qu'il n'y a pas assez d'exercices dans les colles et qu'on accorde trop d'importance au cours et aux démonstrations qu'ils

jugent inutiles. De même, l'aspect aléatoire des exercices dont le niveau de difficulté peut varier d'une colle à l'autre, voire d'un étudiant à l'autre, est critiqué par certains.

Grâce aux colles, les étudiants ont droit à des corrections détaillées des exercices traités, et ils comprennent mieux le but des exercices. Ceci leur permet de se tester et de prendre conscience de leurs difficultés et erreurs, afin de remédier aux premières et de retenir les dernières pour les éviter ultérieurement : *« on est "obligés" de faire face aux difficultés que nous rencontrons »* (étudiant de K) ; *« ça sert aussi de test la colle, une colle toutes les deux semaines ça sert à voir si on comprend la leçon, des notions de la leçon, on sait comment faire, puis le cas échéant ça nous dit qu'il faut qu'on retravaille telle notion »* (étudiante de K) ; *« c'est aussi un moyen de se rendre compte de ce qu'on maîtrise ou pas »* (étudiant de D) . Quelques étudiants disent cependant ne pas avoir suffisamment d'explication ou de correction.

Aspects caractéristiques des colles de voie S

Certains aspects des colles sont caractéristiques de la voie S. Pour commencer, plusieurs étudiants repèrent à travers les colles des astuces et des nouvelles méthodes de résolution exploitables dans les DS et concours blancs. Nous avons déjà noté que ceci est un objectif important pour les étudiants de voie S, mis en évidence par les professeurs. De plus, les colles leur donne la possibilité d'évaluer leur niveau et d'avoir une note, bien avant les DS. Dans ce sens, les colles sont donc une source de "pression bénéfique", un outil pour gérer le stress et se présenter en confiance aux DS. Mais ces notes peuvent aussi être démotivantes pour quelques uns qui *« se rendent compte à quel point ils sont mauvais »* (étudiant de D). Pour d'autres, les professeurs accordent trop d'importance à la note aux dépens de la compréhension, sachant que les notes sont subjectives et changent significativement d'un colleur à l'autre, ce qui ne leur permet donc pas de situer leur niveau objectivement. Ces points sont signalés par Daverne et Dutercq (2013) qui disent que *« pour certains enseignants, la finalité des colles reste uniquement centrée sur le contrôle et l'évaluation »* (p.164) ou encore que *« le niveau d'exigences des enseignants – et la note donnée à l'issue de la colle - dépend de l'histoire du correcteur, de son parcours de formation et, surtout, de son statut actuel »* (p.165). Plusieurs étudiants préfèrent alors que ces colles ne soient pas notées. L'aspect évaluation est peu mis en avant par les étudiants de voie T, sans doute parce que le professeur n'accorde pas d'importance à la note qu'il considère comme simple formalité.

Une épreuve orale

Les colles sont aussi une initiation à la rédaction, compétence très importante pour les épreuves écrites : *« les colles nous servent pour avoir différentes façons de rédiger ou d'analyser une question »* (étudiante de K). Mais l'atout des colles n'est pas uniquement à l'écrit. L'épreuve orale constitue un point positif important pour plusieurs étudiants. En

effet, le fait de se retrouver seul au tableau et de devoir prendre la parole donne aux étudiants une confiance en soi et les prépare à mieux s'exprimer en public, compétence indispensable pour les concours, pour les entretiens d'admission aux écoles et surtout pour la vie, notamment professionnelle. Néanmoins, l'aspect oral est un point faible pour certains étudiants qui paniquent face au tableau, qui bloquent sous la pression de l'interrogation, et perdent leurs idées. De plus, le fait de se faire imposer un ordre pour le traitement des exercices peut s'avérer problématique pour quelques étudiants, puisque dans une colle, contrairement aux DS, les étudiants ne peuvent pas résoudre les exercices dans l'ordre de leur choix.

Le rôle du colleur

Par ailleurs, comme en voie T, nous retrouvons le rôle crucial du colleur qui pour de nombreux étudiants fait beaucoup plus qu'interroger les étudiants. Le colleur encadre les étudiants, les guide, corrige leurs erreurs, les aide lorsqu'ils bloquent, leur donne des indices et les incite à continuer à chercher davantage sans abandonner. Cela pousse les étudiants à réfléchir par eux-mêmes, même s'ils ne réussissent pas à aboutir à la solution cherchée : *« le colleur nous laisse le temps d'y réfléchir et de débiter un raisonnement, puis il nous corrige, nous explique si besoin, nous "tend des perches" c'est-à-dire qu'il fait vaguement allusion à une notion qui pourrait nous permettre de faire l'exercice et c'est alors à nous de "saisir la perche" afin de montrer que nous connaissons notre cours »* (étudiant de D) ; *« quand on ne comprend pas comment amorcer un raisonnement afin de répondre à une question, le colleur est là pour nous donner des indices afin de pouvoir nous aider à "redémarrer" »* (étudiante de K). Mais cela gêne quelques étudiants qui trouvent que le colleur ne leur laisse pas le temps de se corriger seuls ou même de finir les exercices.

De plus, en cas de besoin, les étudiants bénéficient même d'une nouvelle explication et d'exemples supplémentaires de la part du colleur, qui a souvent une approche différente de celle de leur professeur de classe et peut se permettre d'accorder plus de temps à l'explication qu'en cours ou en TD : *« je pense aussi que les colles sont une occasion idéale de demander des explications plus approfondies aux professeurs. Ils ne sont pas là pour nous descendre, mais pour nous évaluer et, au besoin, nous aider »* (étudiante de K) ; *« on n'a pas toujours le temps d'aller voir notre professeur pour mieux comprendre un point du cours, et fort heureusement les colleurs, en nous voyant galérer cinq minutes sur un "ridicule exercice", viennent nous donner un coup de main et nous montrent comment il faut s'y prendre »* (étudiant de K). Cela perturbe pourtant certains étudiants qui se perdent entre les différentes méthodes ou même les expressions et notations mathématiques qui changent d'un professeur à l'autre.

La dimension relationnelle

Le rapport qui s'établit entre le colleur et les étudiants, qualifié d'intime par un étudiant, favorise un contact direct, une interaction facile et un dialogue moins contraignant qu'en classe. Malgré cette dimension relationnelle et positive très appréciée par de nombreux étudiants, les colleurs sont aussi critiqués. Certains étudiants trouvent que des colleurs peuvent être provocateurs, s'emporent, déconcentrent ou perturbent les étudiants, voire les humilient. Un étudiant de D dit même que « *certains professeurs ne sont pas toujours bien préparés et ne se sentent pas à l'aise avec les exercices qu'ils proposent* ». Nous trouvons aussi parmi les points négatifs des colles le manque de soutien, le jugement du professeur, la subjectivité : « *les colleurs sont pour la plupart à notre écoute, mais n'hésitent pas non plus à nous faire des remarques, nous déstabiliser (de manière plus ou moins subtiles...), dans le but bien sûr de nous confronter aux réalités des concours* » (étudiant de D).

L'aspect cours particulier

Malgré la structure plus formelle des colles des S comparées à celle des T, qui prennent la forme d'une épreuve d'évaluation plutôt qu'une séance de TD, nous y retrouvons tout de même l'aspect "cours particulier" évoqué par plusieurs étudiants. En effet, ces derniers trouvent que le déroulement en petit groupe favorise un suivi personnalisé et une explication qui cible les difficultés personnelles. Le colleur a plus la possibilité qu'en cours, où l'effectif est grand et le rythme assez rapide, de se focaliser sur les lacunes et les erreurs de chaque étudiant : « *la colle s'apparente bien à un cours individuel, car lorsque je n'ai pas compris une chose que je dois démontrer ou faire au tableau, le colleur vient tout de suite m'aider, et m'expliquer ce que je n'aurais peut être pas forcément saisi dans mon cours* » (étudiante de K) ; « *l'approche en colle est plus individuelle et elle permet de s'adapter au niveau de chacun pour reprendre certaines choses pas vraiment acquises* » (étudiante de K).

De plus, cette organisation donne plus de temps de travail quasi individuel aux étudiants et leur permet de mieux comprendre « *petit à petit* » et de poser plus de questions qu'en classe : « *c'est plus pratique pour poser des questions* » (étudiant de D) ; « *face à un petit groupe, on ose plus poser des questions que devant une classe de 40 élèves* » (étudiant de D) ; « *cela nous permet ainsi de prendre du recul par rapport au cours et de poser des questions qui seraient restées sans réponses* » (étudiante de K). Les différents éléments déclarés par ces étudiants, comme d'ailleurs par ceux de la voie T, donnent à penser que les interventions des colleurs ont notamment pour effets de rapprocher la compréhension du cours comme la tâche sur laquelle ils ont mis l'étudiant au travail des possibilités effectives de cet étudiant. Ceci renvoie à la notion de « *proximité-en-acte* » introduite par Robert et Vandebrouck (2014, p.241), en lien avec la notion de Zone de Proche

développement des élèves pour désigner « *des formes de recherche [par l'enseignant] plus ou moins explicites de proximité entre ce qui est visé et ce que les élèves font* ».

Mais il y a également des étudiants qui ont des reproches à faire : « *le colleur n'accorde pas la même attention à tous les étudiants* » (étudiante de D) ; « *on n'avance pas tous au même rythme* » (étudiant de K) ; « *il n'y a pas de groupes de niveaux* » (étudiant de K) ; « *je déteste les colles de groupe, parce que ça devient vite brouillon si le niveau des élèves du groupe n'est pas assez homogène* » (étudiant de D).

Le stress

Ce dispositif reste une source de stress pour un nombre non-négligeable d'étudiants malgré tous les avantages cités. Toutefois, la dimension fatigue n'apparaît pas en voie S contrairement à la voie T.

Enfin, nous retenons les commentaires suivants de trois étudiants décrivant l'apport des colles à un niveau global : « *c'est une approche pédagogique plus efficace que les TD* » ; « *les colles stimulent la curiosité mathématique et favorisent la recherche* » ; « *les colles permettent d'élargir l'esprit et d'envisager de nouveaux horizons* ».

4. Synthèse

À travers l'exploitation des divers éléments en rapport avec les colles et les informations que nous apportent les professeurs et les étudiants, nous pouvons voir que les deux partis partagent le même point de vue par rapport aux objectifs et apports de ce dispositif très particulier. En effet, malgré les nombreuses difficultés que peuvent poser les colles aux étudiants, les avantages de ce dispositif priment sur ses inconvénients aux yeux de ces derniers et il y a quasi-unanimité quant à son utilité. De plus, malgré les différences fondamentales entre les colles des deux voies, les étudiants et les professeurs de voie S et de voie T citent globalement les mêmes atouts.

Pour les professeurs, l'objectif principal des colles est de mettre les étudiants au travail régulier visant essentiellement l'apprentissage et l'approfondissement du cours. Ces deux aspects sont les plus fréquemment cités par les étudiants comme points positifs des colles, indiquant ainsi une convergence avec la vision des professeurs : « *en général, on ressort d'une colle en ayant soit le sentiment d'avoir compris ce qu'on attendait de nous ou d'avoir mieux cerné les attentes* » (étudiant de B). Ensuite, le déroulement de la colle permet aux étudiants de développer une meilleure compréhension des notions difficiles ou problématiques du cours, voire un apprentissage de certains éléments, grâce au côté interactions individuelles et suivi personnalisé par le colleur : « *même si l'objectif premier des colles reste d'évaluer notre niveau, leur point fort est en effet de nous permettre de franchir les difficultés* » (étudiant de D). Ainsi, pour les étudiants, la qualité d'une colle

est en grande partie déterminée par la capacité du colleur à remplir son rôle qui dépasse largement l'interrogation et l'évaluation du travail pour inclure l'encadrement, l'explication, l'écoute et l'aide aux étudiants. La spécificité de ce dispositif en termes d'organisation et de déroulement, dans les deux voies indépendamment des différences de forme, lui confère un aspect cours particulier assuré par un "agent externe" ayant un point de vue et une façon de faire différente de celles du professeur de la classe.

Nous retrouvons par ailleurs la dichotomie stress/apprentissage dans la majorité des réponses des étudiants, soulignant plusieurs aspects négatifs des colles tels que le rythme soutenu, la pression, la fatigue, la lourdeur du contenu... Cependant, ces derniers sont usuellement compensés par les divers aspects positifs en rapport avec l'apprentissage des mathématiques ainsi que par un large éventail de savoir-faire qui dépasse le cadre de la classe, voire même du lycée. En outre, au-delà de l'aspect académique, les colles ont une dimension relationnelle positive, évoquée par de nombreux étudiants, qui les rassure et leur permet de développer certaines compétences et un savoir-être indispensables à leur réussite académique, professionnelle et personnelle. Cet aspect est aussi important pour les professeurs qui, à travers les colles, *« cherchent à appréhender globalement la personne de l'élève, en considérant son comportement "positif" au cours de la colle et en classe, et des éléments de sa situation personnelle »* (Daverne et Dutercq, 2013, p.166).

En guise de bilan, nous pouvons dire que ce dispositif spécifique des CPGE semble atteindre ces objectifs pour la majorité des étudiants qui en sortent satisfaits en dépit des contraintes auxquelles ils peuvent être soumis : *« même si, bien sûr, les colles de maths sont sûrement ce que nous redoutons le plus en prépa, nous sommes tous d'accord sur le fait que les colles sont un excellent exercice et que nous avons appris quelque chose en sortant. Je pense qu'effectivement, les colles de maths font l'unanimité sur ce point »* (étudiante de K). Nous pensons toutefois que pour quelques rares étudiants, à partir d'un seuil d'échec donné, l'aspect négatif des colles l'emporte. Ces étudiants sont alors plus perturbés par ce dispositif qui leur est plus insupportable qu'aux autres.

CHAPITRE XIV : RESCONSTITUTION DU COURS DU PROFESSEUR

À partir des documents des étudiants, nous cherchons à reconstituer le cours entier du professeur pour un chapitre donné en première année de prépa ECS dans les deux classes respectives de K et D. Plus précisément, nous nous intéressons à la structure du texte du cours et à ce qui transparaît du processus d'étude du cours en classe institué par le professeur. Grâce à cette analyse, nous dépassons l'obstacle du déclaratif afin de confirmer les allégations que font L.D. et Z.H. lors des entretiens concernant leur cours et l'organisation de l'étude dans leurs classes respectives.

SECTION 1 : MÉTHODOLOGIE

1. Recueil et sélection des documents

Lors de la demande que nous avons faite aux professeurs des deux classes pour récupérer les documents des étudiants, nous avons précisé notre préférence pour avoir des étudiants ayant différents niveaux en mathématiques, mais prenant beaucoup de notes en classes, afin de garantir le maximum d'informations possible sur le cours du professeur sans tenir compte du niveau des étudiants en question. Nous avons ainsi réussi à récupérer les documents de 14 étudiants volontaires et "preneurs de notes" des deux lycées de voie S¹⁰¹ (9 de D et 5 de K) de la promotion 2012-2013 portant sur le même chapitre (*Matrices*) : productions écrites des étudiants (cahiers ou classeurs de notes de cours et d'exercices, copies de DS et fiches), polycopiés de cours et fiches d'exercices distribués aux étudiants, sujets d'interrogations et de DS. Toutefois, nous n'avons conservé que ceux de huit étudiants pour l'analyse. Afin de sélectionner ces étudiants, nous avons d'abord parcouru tous les documents qui provenaient des 14 étudiants, de proche en proche. Ayant constaté un large fond commun, nous avons décidé de conserver uniquement ceux qui apportaient des éléments "en plus", non inclus chez les autres étudiants, jusqu'à avoir une "saturation". Nous avons alors considéré les documents des étudiants de chaque lycée successivement, en notant les apports de chacun et en nous arrêtant à partir du moment où, parmi les documents recueillis, aucun nouvel étudiant n'apportait des éléments supplémentaires par rapport à ceux qui avaient déjà été pris en compte. Nous avons ainsi conservé les documents de quatre étudiants de K et quatre étudiants de D.

¹⁰¹ Nous n'étudions pas ceux des étudiants de la voie T, puisqu'il s'agissait de copies de DS plutôt que de documents de cours comme nous l'avons déjà précisé (cf. chapitre IV section 1).

2. Méthode de reconstitution du cours

Grâce aux apports des uns et des autres, nous partons du polycopié de cours de chaque professeur (respectivement L.D. et Z.H.) que nous complétons à travers les notes des étudiants, notre but étant de reconstituer une version la plus fidèle possible du texte écrit et oral du cours. Nous ne pouvons être certaines de la complétude des notes des étudiants, même si elles semblent être exhaustives et si les étudiants sont censés être "preneurs de notes". Néanmoins, comme nous l'avons déjà expliqué (cf. chapitre VIII section 2), le degré de proximité entre les notes des quatre étudiants sélectionnés pour chaque classe laisse supposer que la quasi-totalité vient du professeur. Nous postulons que les mots identiques proviennent de ce qui est écrit puis recopié du tableau, tandis qu'une même idée représentée dans deux productions avec des formulations légèrement différentes vient d'un commentaire au moins oral de la part du professeur. Il faut cependant préciser que nous ne pouvons pas savoir si les étudiants ont bien noté tout ce qui a été dit à l'oral.

Nous appliquons cette même méthode pour les deux professeurs, sachant que le travail à faire se révèle très différent comme nous le voyons dans la suite, étant donné que la nature des éléments pris en notes par les étudiants de L.D. est beaucoup plus variée que pour ceux de Z.H. À travers cette reconstitution du cours, nous cherchons à mettre en évidence des caractéristiques des pratiques de chaque professeur relativement à l'organisation didactique de sa classe, plus précisément relativement au texte du savoir, écrit et oral, qu'il produit en classe, converti pour certains étudiants au moins en texte écrit dans le polycopié distribué et/ou les notes de cours.

3. Manuels de référence

Nous avons aussi recours à deux manuels de mathématiques¹⁰² couramment utilisés par les professeurs de CPGE-ECS. Dans le cas de nos deux professeurs, il s'agit de livres qui leur sont utiles pour les préparations de cours et d'exercices mais qu'ils n'utilisent pas en cours avec les étudiants, sachant que ces manuels sont éventuellement suggérés comme ouvrages de références supplémentaires à ceux qui en demandent. Ces manuels constituent donc des ressources au niveau macro de l'institution CPGE-ECS et au niveau micro de l'institution classe de chaque professeur. Une brève analyse du contenu de ces manuels pour le chapitre *Matrices* nous permet d'une part, de contraster le cours de chaque professeur avec un cours proposé par une institution de niveau moins local que chaque classe et d'autre part, d'établir des comparaisons entre les cours des deux professeurs en question.

¹⁰² *Mathématiques tout-en-un : ECS 1ère année*, Dunod, 2007 et *Précis de Mathématiques ECS: Algèbre – 1ère année*, Bréal, 2003

- Pour le premier manuel, *Mathématiques tout-en-un*, il s'agit d'un cours classique de 20 pages où s'enchaînent définitions (12), propositions (18), théorèmes et corollaires (9). Les propositions et théorèmes sont majoritairement suivis de leurs preuves. Nous trouvons aussi plusieurs remarques de l'ordre du savoir théorique ou éventuellement annonçant des liens avec les chapitres suivants ainsi que des exemples numériques courts (14) illustrant les notions du cours. La section "Exercices" propose 12 exercices dont les deux derniers sont extraits de sujets de concours. Une section "Solution des exercices" se trouve à la fin du livre, donnant les corrections détaillées de tous les exercices par chapitre.
- Pour le second manuel, *Précis de mathématiques*, il s'agit aussi d'un cours classique de 20 pages où s'enchaînent des définitions (14) et des propositions (24) presque toutes suivies de leurs démonstrations. Nous trouvons aussi des exemples numériques (15) illustrant les notions du cours. De plus, outre les quelques remarques insérées dans le texte concernant le contenu mathématique des définitions, propositions ou exemples, des commentaires sont aussi insérés à plusieurs endroits dans la marge tout au long du chapitre. Il s'agit surtout de commentaires indiquant des liens entre les notions évoquées ou avec d'autres chapitres, ainsi que de clarifications ponctuelles autour d'une notion, une notation, un calcul ou une nomenclature. Le cours se termine par une section "Méthodes" qui prend la forme d'une fiche de synthèse résumant les différentes méthodes applicables pour les principaux types de tâches requis des étudiants ("L'essentiel") et proposant des exercices classiques (7) corrigés d'application directe pour chaque méthode ("Mise en œuvre"). Enfin, la section "Exercices" propose 18 exercices de niveau de difficulté 1 puis 5 exercices de niveau de difficulté 2. Dans l'avant-propos du livre, les auteurs expliquent que la plupart des énoncés sont extraits de sujets de concours et qu'ils proposent des "Indications" pour tous les exercices de niveau 2 afin d'aider les étudiants à démarrer dans la résolution. Tous les exercices sont corrigés à la fin du chapitre (section "Solution des exercices"), les solutions sont détaillées et commentées.

Nous donnons ci-dessous un exemple de l'organisation du contenu de chaque manuel. Il s'agit de la section concernant le calcul de l'inverse d'une matrice inversible.

Proposition 12

Soit $A \in M_n(IK)$. Les deux propositions suivantes sont équivalentes

1. A est une matrice inversible.
2. Il existe au moins une matrice B telle que, pour tous X et Y dans $M_{n,1}(IK)$,
$$(AX = Y) \Leftrightarrow (X = BY)$$

La matrice B est alors l'unique inverse de A .

Preuve

Supposons que A soit une matrice inversible. Soit $X, Y \in M_{n,1}(IK)$ alors on a $AX = Y$ si et seulement si $A^{-1}AX = A^{-1}Y$.

Réciproquement, supposons que B soit une matrice qui vérifie la propriété annoncée. Soit $X \in M_{n,1}(IK)$ en posant $Y = AX$, on a donc $X = BY = BAX$. Autrement dit, pour tout $X \in M_{n,1}(IK)$, $(I_n - AB)X = 0$. On a donc $AB = I_n$. Ainsi A est bien inversible d'inverse B .

Remarque

Cela revient à dire qu'inverser une matrice équivaut à résoudre un système linéaire. On donnera au chapitre suivant une méthode effective pour résoudre de tels systèmes.

Exemple

Détermination de l'inverse de la matrice $\begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$. On a

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} \Leftrightarrow \begin{cases} 2x + y = a \\ x + y = b \end{cases} \\ &\Leftrightarrow \begin{cases} 2x + y = a \\ y = -a + 2b \end{cases} \quad L_2 \leftarrow 2L_2 - L_1 \\ &\Leftrightarrow \begin{cases} x = a - b \\ y = -a + 2b \end{cases} \quad L_1 \leftarrow \frac{1}{2}(L_1 - L_2) \\ &\Leftrightarrow \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} \end{aligned}$$

On en déduit que $\begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}$

Proposition 13

Soit A une matrice carrée d'ordre n . A est inversible si et seulement si pour tout Y de $M_{n,1}(IK)$ le système $AX = Y$ possède une solution unique.

Démonstration

Soit f l'endomorphisme de IK^n canoniquement associé à A .

Soit x et y les vecteurs de IK^n de matrices colonnes X et Y dans la base canonique de IK^n .

- Si A est inversible

$$\forall Y \in M_{n,1}(IK) \quad AX = Y \Leftrightarrow X = A^{-1}Y.$$

Donc si le système $AX = Y$ a une unique solution $X = A^{-1}Y$.

- Si pour tout $Y \in M_{n,1}(IK)$, le système $Y = AX$ a une solution unique, comme $Y = AX \Leftrightarrow y = f(x)$, tout vecteur $y \in IK^n$ a un unique antécédent x donc f est bijectif et A est inversible.

Application au calcul de la matrice inverse de A


La résolution effective du système traduit par $AX = Y$ donne $X = A^{-1}Y$ d'où A^{-1} .

Exemple 11

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 4 & 1 & 0 \\ -2 & 2 & 1 \end{pmatrix} \quad A \text{ est-elle inversible ? Si oui, calculer } A^{-1}.$$

$$\begin{aligned} \text{Soit } x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} \text{ et } y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{pmatrix}. \quad AX = Y &\Leftrightarrow \begin{cases} 2x_1 + x_2 + x_3 = y_1 \\ 4x_1 + x_2 = y_2 \\ -2x_1 + 2x_2 + x_3 = y_3 \end{cases} \\ &\Leftrightarrow \begin{cases} x_2 = y_2 - 4x_1 \\ -2x_1 + x_3 = y_1 - y_2 \\ -10x_1 + x_3 = y_3 - 2y_2 \end{cases} &\Leftrightarrow \begin{cases} x_2 = y_2 - 4x_1 \\ x_3 = y_1 - y_2 + 2x_1 \\ -8x_1 = -y_1 - y_2 + y_3 \end{cases} \\ &\Leftrightarrow \begin{cases} x_1 = \frac{1}{8}y_1 + \frac{1}{8}y_2 - \frac{1}{8}y_3 \\ x_2 = -\frac{1}{2}y_1 + \frac{1}{2}y_2 + \frac{1}{2}y_3 \\ x_3 = \frac{5}{4}y_1 - \frac{3}{4}y_2 - \frac{1}{4}y_3 \end{cases} \end{aligned}$$

Donc pour tout $Y \in M_{3,1}(IK)$, le système $AX = Y$ a une solution unique. Par suite, A est

inversible et $A^{-1} = \begin{pmatrix} \frac{1}{8} & \frac{1}{8} & -\frac{1}{8} \\ -\frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ \frac{5}{4} & -\frac{3}{4} & -\frac{1}{4} \end{pmatrix}$. 

Nous lisons dans la marge :



On a :

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = A^{-1} \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{pmatrix} \text{ ce qui permet d'\'ecrire la matrice } A^{-1}, \text{ par exemple la 1}^{\text{\'e}}\text{re ligne :}$$

$$x_1 = \frac{1}{8}y_1 + \frac{1}{8}y_2 - \frac{1}{8}y_3 \text{ donne la 1}^{\text{\'e}}\text{re ligne de } A^{-1}.$$

Nous prenons aussi un extrait d'un exemple de type de tâches et de méthodes proposées dans "L'essentiel" du manuel *Précis de mathématiques* pour calculer les puissances d'une matrice :

Si l'on veut calculer les puissances d'une matrice carrée $A : A^n (n \in \mathbb{N})$,

- On peut calculer A^2, A^3 , puis rédiger une démonstration par récurrence,
→ Voir *Mise en œuvre*, exercice 1
- On peut écrire A sous la forme $B + C$ où $BC = CB$ et utiliser la formule du binôme,
→ Voir *Mise en œuvre*, exercice 2
- On peut utiliser une relation vérifiée par A du type $A^2 = \alpha A + \beta I$, pour montrer qu'il existe deux suites (a_n) et (b_n) telles que pour tout $(n \in \mathbb{N})$, $A^n = a_n A + b_n I$ et étudier les suites (a_n) et (b_n) ,
→ Voir *Mise en œuvre*, exercice 3
- On peut utiliser une relation...
→ Voir *Mise en œuvre*, exercice 1

Cette section met donc en évidence une sélection de types de tâches considérés comme cruciaux, produit en langue naturelle une description décontextualisée assez succincte de la ou des techniques associées à chaque type et propose une résolution qui revient à montrer une utilisation de la technique. Ceci s'oppose donc à ce que nous avons vu dans *Mathématiques tout-en-un*. Nous constatons en effet dans ce manuel que les types de tâches que nous repérons dans la liste des exercices ne sont pas sans mis en évidence et que la ou les techniques ne sont pas décontextualisées.

SECTION 2 : LE COURS DE L.D. À K

1. Le polycopié du professeur

Pour le chapitre *Matrices*, comme pour tous les autres chapitres, le cours de L.D. est entièrement réalisé à partir d'un polycopié distribué aux étudiants (cf. chapitre VIII section 1). Néanmoins, ce polycopié est loin d'être complet, il est plutôt abrégé (11 pages), surtout en comparaison avec celui de Z.H. (29 pages). Il s'agit plutôt d'une ossature de cours, donnant des définitions et notations, des propositions, quelques démonstrations courtes et exemples de cours, enfin des énoncés d'exercices de cours. Sur les 18 propositions du polycopié, uniquement quatre sont démontrées dont une précédée de la mention "démonstration admise en cours", et pour une cinquième proposition nous lisons "démonstration par récurrence sur k " mais la démonstration n'est pas donnée. De plus, nous y trouvons aussi à plusieurs reprises une rubrique "exercice type". En plus de ce polycopié de cours, les étudiants ont une fiche d'exercices d'application¹⁰³ traités et/ou corrigés en cours.

2. Les notes des étudiants

En reconstituant le cours, nous observons que les notes des étudiants ne reprennent pas le contenu du polycopié, elles le complètent plutôt par certaines démonstrations manquantes mais pas toutes (parmi les 14 propositions non démontrées dans le polycopié, nous retrouvons uniquement sept démonstrations dans les notes des étudiants), par d'autres exemples, en particulier comme substitut à certaines démonstrations, par les solutions des exercices et applications proposés dans le polycopié, ainsi que par plusieurs remarques, celles-ci ne concernant pas uniquement le savoir théorique. En effet, à celui-ci s'ajoutent beaucoup d'autres apports que l'on pourrait qualifier de "discours méta", dont essentiellement des éléments de technologie pratique. De plus, les notes des étudiants suggèrent que ces remarques sont recopiées du tableau plutôt que dictées oralement, vu que les moindres détails, y compris de ponctuation, y sont transcrits de façon identique par tous les étudiants en question. En effet, L.D. nous explique qu'il note au tableau tout ce qu'il développe et qui ne figure pas dans son polycopié. Nous trouvons aussi à plusieurs endroits dans les notes ainsi que sur le polycopié quelques signes personnels ajoutés par certains étudiants sous forme de points d'exclamation et astérisques ou d'indications comme « *important pour le contrôle* » ou « *attention* » notées dans la marge. Ceci correspond à ce que nous a dit le professeur concernant le fait qu'il signale oralement les points importants aux étudiants et attire leur attention sur des méthodes spécifiques, en leur demandant explicitement de tout marquer et en leur donnant des conseils de mise en forme pour le faire (lettres majuscules, surlignages...).

¹⁰³ Le polycopié et la fiche d'exercices sont donnés en annexe 10.

En plus du cours reconstitué, nous avons les notes des quatre étudiants concernant les exercices d'application traités sur un cahier séparé essentiellement en séance de TD. Il s'agit de la correction d'une sélection de quatre exercices de la fiche qui en propose 19 de différents niveaux de difficultés (niveau 1, 2 ou 3 indiqué par des astérisques), ainsi que l'exercice-type 1 de la p.6 du polycopié. Nous n'y trouvons pas de commentaires à signaler. Les notes des étudiants étant identiques confirment que les exercices ont été résolus au tableau, par le professeur et/ou un étudiant, puis recopiés.

3. Reconstitution du cours de L.D.

Nous présentons dans la suite une reconstitution du cours du professeur, en utilisant les notes des quatre étudiants sélectionnés de cette classe, sachant qu'ils ont tous répondu "toujours" à l'item du questionnaire « *je recopie tout ce que le professeur écrit au tableau* ». Nous reprenons le polycopié du professeur dans son intégralité et nous indiquons au fur et à mesure ce qui a été ajouté par le professeur pour le compléter. Nous ne retranscrivons pas tous les détails des notes des étudiants. En effet, nous ne retenons pas les notes qui portent sur un contenu strictement mathématique, mais uniquement celles qui concernent des remarques et commentaires du professeur portant sur des savoirs technologiques ainsi que leurs fonctions (cf. chapitre III section 2). Par exemple, nous ne restituons pas la démonstration d'une propriété notée par les étudiants si nous n'y trouvons aucune trace de commentaire provenant du professeur, sachant que nous signalons qu'elle a été rédigée. Pour la présentation, nous adoptons une disposition en trois colonnes avec dans la première les extraits du polycopié du professeur, dans la deuxième des éléments issus des notes des étudiants et dans la troisième nos commentaires.

1. Ecriture d'une matrice de $\mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$.
2. Définition et expression des coefficients des matrices : identité, diagonales, triangulaires, symétriques, antisymétriques, transposée.
3. Produit de matrices de « tailles compatibles ». Propriétés et pièges.
4. Base canonique de $\mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$.
5. Définition des puissances d'une matrice carrée. Cas particulier des matrices diagonales.
6. Formule du binôme pour des matrices qui commutent.
7. Définition d'une matrice inversible. Cas concrets d'une matrice diagonale, d'une matrice triangulaire, d'une matrice carrée de taille 2.
8. Inverse de AB , de tA .
9. Matrice inversible et système de Cramer : quelle est la propriété à ce sujet ? savoir la mettre en œuvre pour la détermination pratique d'un inverse.
10. Comment obtient-on la matrice des vecteurs v_1, v_2, \dots, v_p dans la base $\mathcal{B} = (b_1, b_2, \dots, b_n)$?
11. Comment obtient-on la matrice de u application linéaire de E dans F relativement aux bases \mathcal{B}_1 de E et \mathcal{B}_2 de F ?
12. Règles donnant $Mat(Id)$, $Mat(u+v)$, $Mat(\lambda u)$, $Mat(v \circ u)$.
13. Ecriture matricielle de « $u(x) = y$ ».
14. Propriété ramenant l'étude de la bijectivité de u et l'obtention de u^{-1} à des questions matricielles.
15. Approfondissement : savoir démontrer que ${}^t(AB) = {}^tB {}^tA$; isomorphisme de $L(E, F)$ dans $\mathcal{M}_{p,n}(\mathbb{K})$.
16. « Ficher » les questions classiques.

Le mot *matrice* est formé sur le mot latin *mater*, *mère*. Il apparaît en français au XIII^e siècle dans son sens anatomique d'utérus. Cependant, comme on enregistrait les enfants à la naissance, le mot désigna bientôt le registre où on les inscrit (pensez alors à *matricule*, *immatriculation*).

Les matrices apparaissent avec Cauchy, et surtout avec Cayley en 1845. C'est tout naturellement que ce dernier nomme *matrice* le tableau où l'on enregistre les composantes des applications linéaires.

Source : [Les mots et les maths](#), Bertrand Hauchecorne.

La page de garde du polycopié présente une liste de 16 items qui suit l'ordre du chapitre sans en constituer un plan. On dirait un récapitulatif relatif aux résultats ainsi qu'aux types de tâches abordés dans le chapitre. Lors de l'entretien, le professeur nous explique qu'il s'agit d'une liste d'objectifs et de notions importantes du chapitre que les étudiants doivent connaître pour la colle (cf. chapitre XIII). Elle peut contenir des éléments plus techniques ou plus théoriques selon le chapitre en question : « *c'est beaucoup de règles ici mais ça peut être des questions ouvertes* ». La méthode qu'il conseille aux étudiants est d'apprendre le cours puis de fermer leur cahier et de réciter dans leur tête ou par écrit tout ce qu'ils sont capables de restituer concernant les points de cette liste. Le dernier point de la liste indique « *ficher les questions classiques* » à connaître, notamment pour les DS (cf. chapitre XI).

À la suite de la liste en 16 points, toujours en page de garde, nous retrouvons une définition du mot matrice (p.1).

Ensuite, pour les parties « 1. Qu'est-ce qu'une matrice ? » (p.2) et « 2. Matrice particulières » (pp.2-3), les étudiants ne notent rien se contentant des définitions et exemples du polycopié. Les notes des étudiants commencent au niveau de la partie « 3. Calcul matriciel » (pp.3-5).

Dans tout le chapitre, $\mathbb{K} = \mathbb{R}$ ou \mathbb{C} , et n et $p \in \mathbb{N}^*$. Exceptionnellement, dans ce chapitre, nous ne suivrons pas l'ordre chronologique d'introduction des notions, des démonstrations, afin de présenter un cours structuré en une partie purement *calculatoire* et une partie *liens avec les applications linéaires*.

1 Qu'est-ce qu'une matrice ?

DÉFINITION 1 On appelle matrice à coefficients dans \mathbb{K} à n lignes et p colonnes un tableau A de scalaires de \mathbb{K} , comportant n lignes et p colonnes.

On note $a_{i,j}$ le coefficient de la i^e ligne et j^e colonne.

$$A = \begin{pmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \dots & \dots & a_{1,p} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \dots & \dots & a_{2,p} \\ \vdots & \vdots & & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & & \vdots \\ a_{n,1} & a_{n,2} & \dots & \dots & a_{n,p} \end{pmatrix} \quad \text{On note } A = (a_{i,j})_{1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq p}$$

$\mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$ désigne l'ensemble des matrices à coefficients dans \mathbb{K} à n lignes et p colonnes ; dans le cas où $p = n$, la notation devient $\mathcal{M}_n(\mathbb{K})$.

Dans le cas où $n = 1$, A est une matrice ligne ou vecteur ligne ;
dans le cas où $p = 1$, A est une matrice colonne ou vecteur colonne ;
dans le cas où $n = p$, on dit que A est une matrice carrée.

On note souvent L_1, L_2, \dots, L_n les lignes et C_1, C_2, \dots, C_p les colonnes de $A \in \mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$.

2 Matrices particulières

2.1 matrices nulles

La matrice de $\mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$ remplie de zéros est notée $O_{n,p}$ ou O .

2.2 matrices identité

DÉFINITION 2 La matrice identité de $\mathcal{M}_n(\mathbb{K})$, notée I_n ou I , est la matrice carrée de taille n comportant des 1 sur la diagonale, des 0 ailleurs.

Ses coefficients sont donnés par $\begin{cases} m_{i,i} = 1 \\ m_{i,j} = 0 \text{ pour } i \neq j \end{cases}$.

2.3 matrices diagonales

DÉFINITION 3 Une matrice carrée D est diagonale si tous ses coefficients hors de la diagonale sont nuls. Ses coefficients vérifient $\begin{cases} d_{i,j} = 0 \text{ } \forall i \neq j \\ d_{i,i} \in \mathbb{K} \end{cases}$.

2.4 matrices triangulaires

DÉFINITION 4 Une matrice carrée T est triangulaire supérieure si ses termes situés sous la diagonale sont nuls. Ses coefficients vérifient $t_{i,j} = 0$ pour $i > j$.

Une matrice carrée T est triangulaire inférieure si ses termes situés au-dessus de la diagonale sont nuls. Ses coefficients vérifient $t_{i,j} = 0$ pour $i < j$.

Exemples : $\begin{pmatrix} 1 & 4 & 12 \\ 0 & 3 & 10 \\ 0 & 0 & -2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$ et $\begin{pmatrix} 0 & 3 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$ sont des matrices triangulaires.

2.5 matrices transposées

DÉFINITION 5 On appelle matrice transposée d'une matrice $M \in \mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$, la matrice ${}^tM \in \mathcal{M}_{p,n}(\mathbb{K})$ de coefficients $(m'_{i,j})_{1 \leq i \leq p, 1 \leq j \leq n}$ donnés par $m'_{i,j} = m_{j,i}$.

DÉFINITION 6 Une matrice carrée S est symétrique si $s_{i,j} = s_{j,i}, \forall i, \forall j$.

Une matrice symétrique est donc une matrice égale à sa transposée.

On note $\mathcal{S}_n(\mathbb{K})$ le sous-ensemble de $\mathcal{M}_n(\mathbb{K})$ constitué des matrices symétriques.

DÉFINITION 7 Une matrice carrée A est antisymétrique si $a_{i,j} = -a_{j,i}, \forall i, \forall j$. Une matrice antisymétrique est donc une matrice égale à l'opposé de sa transposée.

3 Calcul matriciel

Toutes les définitions des calculs dans $\mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$ trouvent leur justification (ou motivation !) dans le lien avec les applications linéaires, que nous verrons plus loin.

3.1 espace vectoriel de matrices

DÉFINITION-PROPOSITION 1 $\mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$ muni des lois interne $(+)$ et externe (\cdot) définies par :

$$\begin{cases} A+B \text{ est la matrice de } \mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K}) \text{ de terme général : } m_{i,j} = a_{i,j} + b_{i,j} \\ \lambda A \text{ est la matrice de } \mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K}) \text{ de terme général : } m_{i,j} = \lambda a_{i,j} \end{cases}$$

est un \mathbb{K} -espace vectoriel.

Exemples : $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 6 & 5 & 4 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 & 4 & 4 \\ 10 & 10 & 10 \\ 16 & 16 & 16 \end{pmatrix}$ et $-2 \times \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2 & -4 \\ -8 & 0 \end{pmatrix}$

PROPOSITION 1 E_{ij} est la matrice de $\mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$ dont tous les coefficients sont nuls sauf le coefficient en i^{e} ligne, j^{e} colonne, qui vaut 1.

La famille $(E_{ij})_{1 \leq i \leq n; 1 \leq j \leq p}$ est une base de $\mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$.

$\mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$ est donc un \mathbb{K} -espace vectoriel de dimension finie np .

Suite à la proposition 1 concernant l'espace vectoriel d'une matrice (p.4), nous trouvons un exemple précédé de la phrase « *pour illustrer, on va donner une base de $M_2(IK)$* »

$$\begin{aligned} M_2(IK) &= \left\{ \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}, a \in IK, b \in IK, c \in IK, d \in IK \right\} \\ &= \left\{ a \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} + b \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} + c \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} + d \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \right. \\ &\quad \left. a \in IK, b \in IK, c \in IK, d \in IK \right\} \\ &= Vect \left(\underbrace{\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}}, \underbrace{\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}}, \underbrace{\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}}, \underbrace{\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}} \right) \end{aligned}$$

La famille $(E_{1,1}, E_{1,2}, E_{2,1}, E_{2,2})$ est une famille génératrice de $M_2(IK)$.

Soient $\lambda, \mu, \alpha, \beta$ des scalaires tels que $\lambda E_{1,1} + \mu E_{1,2} + \alpha E_{2,1} + \beta E_{2,2} = 0_{M_2(IK)}$

$$\lambda \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} + \mu \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} + \alpha \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} + \beta \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\text{donc } \begin{pmatrix} \lambda & \mu \\ \alpha & \beta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \text{ donc } \beta = \alpha = \mu = \lambda = 0$$

La famille $(E_{1,1}, E_{1,2}, E_{2,1}, E_{2,2})$ est libre

C'est une base (la base canonique) de $M_2(IK)$.

Cet exemple permet de démontrer la proposition 1 pour un cas particulier, sachant que la démonstration pour le cas général n'est pas donnée.

Ensuite, le cas général est introduit par « *et plus généralement pour $M_{n,p}(IK)$* ».

$$M_{n,p}(IK) = \left\{ \begin{pmatrix} a_{1,1} & \cdots & a_{1,p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n,1} & \cdots & a_{n,p} \end{pmatrix}, \forall i \in [1, n], \right. \\ \left. \forall j \in [1, p], a_{i,j} \in IK \right\}$$

On introduit

$$E_{1,1} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 0 & 0 \end{pmatrix}, E_{1,2} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 0 & 0 \end{pmatrix}, \text{ etc}$$

$$E_{i,j} = \begin{pmatrix} \cdots & \cdots & \text{colonne } j & \cdots \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \text{ligne } i & \cdots & 1 & \vdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \end{pmatrix}$$

On pourrait vérifier que $(E_{i,j})_{1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq p}$

est une base de $M_{n,p}(IK)$

Donc $M_{n,p}(IK)$ est un espace vectoriel de dimension finie et $\dim M_{n,p}(IK) = n \times p$

À travers l'exemple et le cas général, le professeur effectue un changement de registre en passant d'une représentation algébrique (symbolique) d'une matrice donnée dans la proposition 1 du polycopié à une représentation de la matrice sous forme de tableau, une stratégie que nous repérons à plusieurs reprises dans la suite et qui peut être perçue comme une aide à l'apprentissage.

3.2 produit de deux matrices

DÉFINITION 8 Soient $A \in \mathcal{M}_{q,p}(\mathbb{K})$ et $B \in \mathcal{M}_{p,n}(\mathbb{K})$. Le produit de A par B , noté $A \times B$ ou AB , désigne la matrice P de $\mathcal{M}_{q,n}(\mathbb{K})$ de terme général :

$$p_{i,j} = \sum_{k=1}^p a_{i,k} b_{k,j}$$

obtenue dans la pratique comme produit des lignes de A par les colonnes de B :

$$AB = \begin{pmatrix} L_1 \\ L_2 \\ \dots \\ L_q \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} C_1 & C_2 & \dots & C_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L_1 \times C_1 & L_1 \times C_2 & \dots & L_1 \times C_n \\ L_2 \times C_1 & L_2 \times C_2 & \dots & L_2 \times C_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ L_q \times C_1 & L_q \times C_2 & \dots & L_q \times C_n \end{pmatrix}$$

où $L \times C = (\ell_1 \ \ell_2 \ \dots \ \ell_p) \times {}^t(c_1 \ c_2 \ \dots \ c_p) = \ell_1 c_1 + \ell_2 c_2 + \dots + \ell_p c_p$.

PROPOSITION 2

1. Soit $A \in \mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$.

On a $A \times I_p = A = I_n \times A$ et $A \times 0_p = 0_n \times A = 0_{n,p}$.

2. pour B et C matrices de tailles « compatibles », on a :

$A \times (B \times C) = (A \times B) \times C$ (sans modifier l'ordre !)

$A \times (B + C) = A \times B + A \times C$ et $(A + B) \times C = A \times C + B \times C$

$\lambda(A \times B) = (\lambda A) \times B = A \times (\lambda B)$

3. ATTENTION !

On n'a pas en général de lien entre AB et BA .

$AB = 0$ n'entraîne pas la nullité d'une des deux matrices.

$AB = AC$ ne se simplifie pas en général.

Pour cette sous-partie « 3.2 Produit de deux matrices » (p.4), le titre noté par les étudiants, « *calcul pratique du produit de 2 matrices* », annonce d'ores et déjà les différents éléments de technologie pratique que nous retrouvons dans la suite.

Le professeur fait des allers-retours entre la définition et la proposition qui suit de façon non-linéaire, en intégrant des exemples numériques.

La remarque « Attention... » sert à faciliter l'emploi de la technique en permettant d'éviter une erreur fréquente.

Pour illustrer la définition du produit de deux matrices exprimée avec un registre algébrique puis un registre tableau, le professeur a recours à un exemple.

$$A \times B = \begin{pmatrix} \overline{1} & 2 & \overline{3} \\ 4 & 5 & 6 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 0 & 0 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$$

Si les \leftrightarrow ne sont pas de même taille, c'est impossible.

(Suggestion : préparer lignes – colonnes)

$$A \times B = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 0 & 0 \\ 2 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L_1 C_1 & L_1 C_2 \\ L_2 C_1 & L_2 C_2 \end{pmatrix}$$

$$L_1 C_1 = 1 \times 1 + 2 \times 0 + 3 \times 2$$

$$A \times B = \begin{pmatrix} 7 & 7 \\ 16 & 22 \end{pmatrix}$$

Nous nous intéressons à la forme de sa présentation et les commentaires qui l'accompagnent. Nous pouvons voir qu'il s'agit ici de faciliter l'emploi de la technique « calculer un produit de deux matrices » avec efficacité.

Suite au calcul de ce premier produit, l'exercice suivant (p.4) est traité.

Exercice : $A = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$ et $B = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ -1 & -2 \end{pmatrix}$. Calculer AB et BA . Commenter.

Cet exercice permet d'illustrer certains points de la proposition 2 qui n'est pas démontrée.

L'exercice est suivi de la formulation des résultats suivants dans les notes des étudiants :

On constate que $AB \neq BA$.
 Attention à ne pas modifier l'ordre dans les produits.
 ex : ABA ne vaut pas A^2B
 On constate que $AB = 0 \nRightarrow (A=0 \text{ ou } B=0)$.

La remarque « Attention... » sert à attirer l'attention des étudiants sur ce point (il s'agit de ce que Lattuati, Pennickx et Robert (2012) appellent mettre du relief au sein d'un texte), ainsi qu'à faciliter l'emploi de la technique en permettant d'éviter une erreur fréquente.

DÉFINITION 8 Soient $A \in \mathcal{M}_{q,p}(\mathbb{K})$ et $B \in \mathcal{M}_{p,n}(\mathbb{K})$. Le produit de A par B , noté $A \times B$ ou AB , désigne la matrice P de $\mathcal{M}_{q,n}(\mathbb{K})$ de terme général :

$$p_{i,j} = \sum_{k=1}^p a_{i,k} b_{k,j}$$

obtenue dans la pratique comme produit des lignes de A par les colonnes de B :

$$AB = \begin{pmatrix} L_1 \\ L_2 \\ \vdots \\ L_q \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} C_1 & C_2 & \dots & C_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L_1 \times C_1 & L_1 \times C_2 & \dots & L_1 \times C_n \\ L_2 \times C_1 & L_2 \times C_2 & \dots & L_2 \times C_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ L_q \times C_1 & L_q \times C_2 & \dots & L_q \times C_n \end{pmatrix}$$

où $L \times C = (\ell_1 \ \ell_2 \ \dots \ \ell_p) \times {}^t(c_1 \ c_2 \ \dots \ c_p) = \ell_1 c_1 + \ell_2 c_2 + \dots + \ell_p c_p$.

Le professeur revient ensuite sur la définition 8 du produit deux matrices.

On prend A et $B \in \mathcal{M}_{p,n}(\mathbb{K})$.

On effectue le produit AB .

On a besoin des lignes de A et des colonnes de B .

On calcule

$$\begin{pmatrix} L_1 \\ L_2 \\ \vdots \\ L_q \end{pmatrix} \times (C_1, C_2, \dots, C_n) = \begin{pmatrix} L_1 C_1 & L_1 C_2 & \dots & L_1 C_n \\ L_2 C_1 & L_2 C_2 & \dots & L_2 C_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ L_q C_1 & L_q C_2 & \dots & L_q C_n \end{pmatrix}$$

On constate que $AB \in \mathcal{M}_{q,n}(\mathbb{K})$.

Le coefficient de AB en ligne i colonne j est $L_i C_j$

$$\begin{aligned} L_i C_j &= (a_{i,1}, a_{i,2}, \dots, a_{i,p}) \times \begin{pmatrix} b_{1,j} \\ b_{2,j} \\ \vdots \\ b_{p,j} \end{pmatrix} \\ &= a_{i,1} \times b_{1,j} + a_{i,2} \times b_{2,j} + \dots + a_{i,p} \times b_{p,j} \\ (AB)_{i,j} &= \sum_{k=1}^p a_{i,k} \times b_{k,j} \end{aligned}$$

(Formule à savoir, 1 minute maxi pour la retrouver!)

Le professeur cherche à expliciter la « *formule pour les coefficients de AB* » (de la définition 8) en proposant une étude qui joue sur plusieurs registres. Nous repérons alors, entre le polycopié du professeur et les notes des étudiants, quatre registres différents utilisés pour la formule $L_i C_j$: produit colonne \times ligne, ligne \times (colonne), formule littérale avec des pointillés et formule avec le symbole de la somme Σ .

Ensuite, il place cette formule dans une sorte d'échelle d'importance en pointant qu'il faut la connaître, mais il rappelle aussi qu'il faut surtout être capable de la retrouver, ce qu'est censé permettre de faire tout le travail réalisé sur les ostensifs. Il s'agit à la fois d'un savoir sur le savoir dans le cadre de l'institution locale mais aussi dans le cadre du concours en CPGE.

PROPOSITION 2

1. Soit $A \in \mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$.

On a $A \times I_p = A = I_n \times A$ et $A \times 0_p = 0_n \times A = 0_{n,p}$.

Le professeur revient sur la démonstration du premier point de la proposition 2 qui est accompagnée d'un exemple numérique et de la remarque suivante : « *règle entre nous* : $\mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{R}) \times \mathcal{M}_{p,q}(\mathbb{R})$ donne $\mathcal{M}_{n,q}(\mathbb{R})$ ».

Cette remarque ne renvoie pas à une notation mathématique légitime, mais plutôt à un savoir pratique spécifique de l'institution que constitue la classe de L.D. Elle a pour fonction de faciliter la mise en œuvre par les étudiants de la technique pour le type de tâches « écrire de manière générique les indices des termes du produit ». Nous pouvons aussi dire qu'elle sert à faciliter la mémorisation de la définition du produit. Cela paraît donc comme un moyen mnémotechnique pour des énoncés sur les matrices de dimensions génériques.

3.3 propriétés relatives à la transposée

PROPOSITION 3 Pour A et $B \in \mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$, $\lambda \in \mathbb{K}$, on a ${}^t(A+B) = {}^tA + {}^tB$; ${}^t(\lambda A) = \lambda {}^tA$; ${}^t({}^tA) = A$.

PROPOSITION 4 Pour $A \in \mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$ et $B \in \mathcal{M}_{p,q}(\mathbb{K})$, on a ${}^t(AB) = {}^tB {}^tA$.

4 Puissances d'une matrice carrée

4.1 définition et propriétés

DÉFINITION 9 Soit $A \in \mathcal{M}_n(\mathbb{K})$ et $k \in \mathbb{N}^*$. On définit : $\begin{cases} A^0 = I_n \\ A^k = A \times A \times \dots \times A \text{ (} k-1 \text{ produits)} \end{cases}$

Exercice : développer, pour A et B appartenant à $\mathcal{M}_n(\mathbb{K})$, $(A-I)(A+B-3I)$.

PROPOSITION 5 Pour λ réel, on a $(\lambda A)^k = \lambda^k A^k$, $\forall k \in \mathbb{N}$.

PROPOSITION 6 (puissance d'une matrice diagonale)

Soit $A = \begin{pmatrix} d_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & d_n \end{pmatrix}$ une matrice diagonale. Pour $k \in \mathbb{N}$, on a $A^k = \begin{pmatrix} d_1^k & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & d_n^k \end{pmatrix}$.

Démonstration par récurrence sur k .

Pour la sous-partie « 3.3 propriétés relatives à la transposée » (p.5), la proposition 3 n'est pas démontrée, mais nous trouvons une démonstration complète de la proposition 4, à coté de laquelle les étudiants notent « *bon exo* ».

Nous passons ensuite à la partie « 4. Puissances d'une matrice carrée » (pp. 5-6). Le professeur parcourt les définitions et propositions de la sous-partie « 4.1 définitions et propriétés » à partir du photocopié, sans effectuer les démonstrations. Sur leur photocopié, les étudiants notent à coté de la proposition 5 « *démo par récurrence chez nous* ». Le professeur donne ensuite deux exemples succincts de calcul.

Après les exemples, nous lisons : « Δ l'utilité des puissances Δ ».

Cette indication fait sans doute partie de celles que donne le professeur oralement afin de signaler les exercices « *classiques* » importants à revoir pour un DS et que les étudiants doivent « *ficher* ».

Chaque proposition (5 et 6 respectivement) est illustrée par un exemple de calcul.

Le professeur motive l'intérêt de travailler cette notion et le type de tâches directement associé.

Le professeur poursuit avec le texte suivant :

Pour toute une gamme d'exos probas-algèbre sur le thème des chaînes de Markov (« état $n+1$ dépendant d'un état n »)

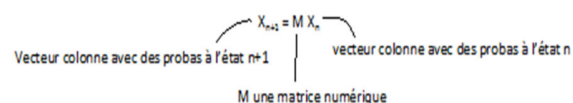
- niveau 1 exo 18 feuille matrice
- niveau 2
 - o fiche d'entraînement matrices
 - o DM n°8 et sûrement d'autres !

Le professeur renvoie vers des exercices d'applications de différents niveaux de difficulté (niveau 1 et niveau 2).

Structure des questions :

1) Des questions de probas (souvent probabilités totales) amènent à :

$\forall n \in \mathbb{N}$ ou \mathbb{N}^* ou $n \geq 2$ selon les exos



On cherchera à la toute fin du problème X_n . L'énoncé lui donne l'état initial, donc X_0 ou X_1 ou $X_2 \dots$ est connue.

2) Conjecturer une formule matricielle. Imaginons que X_1 est donnée par l'énoncé

$$X_2 = M X_1$$

$$X_3 = M X_2 = M M X_1 = M^2 X_1 \text{ etc...}$$

On devine $X_n = M^{n-1} X_1$ pour $\forall n \in \mathbb{N}^*$, ce qui se montre par récurrence.

3) L'énoncé nous fait calculer les puissances de M . On peut alors finir les calculs.

Ce texte donne les applications du type de tâches « savoir calculer une puissance de matrice » en probabilité, motivant ainsi son intérêt mathématique et pour les concours. De plus, il permet de décontextualiser la technique de traitement du type de problèmes de probabilités que le professeur a évoqué, technique dans laquelle est inséré le calcul d'une puissance de matrice.

4.2 matrices qui commutent

DÉFINITION 10 On dit que deux matrices A et B de $\mathcal{M}_n(\mathbb{K})$ commutent si $A \times B = B \times A$.

PROPOSITION 7 Soient A et B deux matrices qui commutent. On a :

- toute puissance de A commute avec toute puissance de B :

pour k et n entiers naturels, $A^k B^n = B^n A^k$.

- $\forall n \in \mathbb{N}$, $(AB)^n = A^n B^n = B^n A^n$.

PROPOSITION 8 (formule du binôme) Soient A et B deux matrices qui COMMUTENT.

Pour tout entier naturel n , on a : $(A+B)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} A^k B^{n-k}$.

Ensuite, pour la sous-partie « 4.2 matrices qui commutent » nous retrouvons une courte reformulation des propositions 7 et 8, précédée de la mention « *concrètement* » :

Si $AB = BA$, on a par exemple $A^1 B^3 = ABBB = BABB = BBAB = BBBA = B^3 A$ et $(AB)^2 = ABAB = AABB = A^2 B^2$
Si $AB = BA$, $t_{(AB)} = t_B t_A$ formule, si A et B commutent, t_A et t_B aussi

De plus, les étudiants notent « *À faire !!* » sur le photocopié à coté de la proposition 7.

4.3 exercices-type

Exercice-type 1 : Soit $M = \begin{pmatrix} 0 & 1 & -1 \\ -3 & 4 & -3 \\ -1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$

1. Calculer M^2 et trouver a et b tels que $M^2 = aM + bI$.
2. Calculer M^3 en fonction de M et I .
3. Montrer qu'il existe des suites $(a_n)_{n \in \mathbb{N}}$ et $(b_n)_{n \in \mathbb{N}}$ telles que $\forall n \in \mathbb{N}$, on ait

$$M^n = a_n M + b_n I$$

et donner des relations entre a_{n+1} , b_{n+1} , a_n et b_n . Expliquer comment obtenir a_n et b_n .

Exercice-type 2 : Soit $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 2 \\ 0 & 2 & -1 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix} = 2I + J$

1. Calculer les puissances de J .
2. En appliquant la formule du binôme, calculer les puissances de A .

Les exercices-type de 4.3 (p.6) ne sont pas traités en cours.

Le fait que le professeur donne à ces deux exercices le statut d'exercices-type les met en relief par rapport aux autres. En effet, en mettant en évidence un exercice comme représentant un type, il le pointe avec sa solution comme représentatif d'une praxéologie, en laissant à la charge des étudiants un travail personnel de développement de cette praxéologie. C'est à ce genre d'exercices que fait référence le 16ème item de la liste en début du photocopié « *ficher les questions classiques* ». De plus, ceci distingue le cours de L.D. de celui de Z.H., ainsi que du cours du manuel *Mathématiques tout-en-un*, qui noient tous les exercices dans une liste sans relief, éventuellement en partant de l'idée que « *tout exercice est typique* » comme nous le dit Z.H. lors de l'entretien.

Nous retrouvons l'exercice-type 1 corrigé dans les notes de TD.

Outre la solution complète et détaillée de l'exercice-type 1, le professeur ne semble pas décontextualiser cet exercice, ou du moins nous ne trouvons pas de traces d'aspects génériques dans les notes des étudiants. Il semblerait qu'on soit dans un cas où le professeur organise une première rencontre avec une praxéologie (c'est bien d'emblée d'une rencontre avec un type qu'il s'agit, pas avec une tâche isolée sans genericité). La technique est montrée sur l'exemple, mais une fois qu'il a fait apparaître cette praxéologie comme objet d'étude, le professeur laisse aux étudiants la charge de poursuivre l'étude à partir du milieu minimal fourni par la résolution de TD. Cela fait donc partie du topos de l'étudiant.

Dans les notes des étudiants, la partie « 5. Matrices (carrées) inversibles » (pp. 6-8) débute par la remarque suivante : « Δ Ne pas croire que si on a une addition, une soustraction et une multiplication, il y a forcément une division » suivie par l'exemple : « au chapitre polynômes, la division n'est pas simple, on n'écrit pas $1/x$!!! Si on veut 'diviser' P par x ($x \neq 0$) on effectue la division euclidienne : il existe $(Q, R) \in (\mathbb{K}[x])^2$ / $P(x) = xQ(x) + R(x)$ ».

Cette remarque sert à attirer l'attention des étudiants sur une erreur à éviter grâce à une analogie avec la "division" de polynômes.

5 Matrices (carrées) inversibles

5.1 définition

DÉFINITION-PROPOSITION 2 On dit que $A \in \mathcal{M}_n(\mathbb{K})$ est inversible s'il existe $B \in \mathcal{M}_n(\mathbb{K})$ telle que $AB = BA = I_n$.
 B , qui est alors l'unique matrice à vérifier ces propriétés, est appelée inverse de A et est notée A^{-1} .
 Pour que A soit inversible d'inverse B , il suffit en fait d'avoir $AB = I_n$ ou $BA = I_n$.
 On note $GL_n(\mathbb{K})$ l'ensemble des matrices inversibles de $\mathcal{M}_n(\mathbb{K})$.

Pour le fait que $AB = I \Rightarrow BA = I$, voir le chapitre Dimension finie.

Le professeur propose ensuite « *Des parallèles* », soit des analogies avec $1/x$ et avec la fonction réciproque de f bijective, afin d'introduire la notion de matrice inversible et de revenir sur la définition-proposition 2 (p.6).

$A \in M_n(IK)$ est inversible, si on peut trouver une matrice, en fait unique et notée A^{-1} , telle que $AA^{-1}=I=A^{-1}A$.
 On admet que si $AB = I$
 alors sans autre calcul $BA = I$.

La démonstration est ensuite renvoyée au chapitre Dimension finie.

La définition d'une matrice inversible est suivie de la remarque suivante :

△ Remarque : on pourrait croire que pour déterminer un éventuel inverse de

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 4 & -1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}, \text{ il faudrait trouver}$$

$$\begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{pmatrix} \text{ telle que}$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 4 & -1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

On aurait un système de 9 équations à 9 inconnues. C'est long et inefficace. On ne procède jamais ainsi ! À la place, on apprendra :

- La méthode du Pivot de gauss (5.5)
- Plein de situations particulières (5.2, 5.3, 5.4)

Cette remarque permet l'évaluation d'une technique en signalant ses limites par comparaison avec d'autres techniques particulières plus efficaces.

5.2 cas d'une matrice diagonale ou triangulaire

PROPOSITION 9 Soit $D = \begin{pmatrix} d_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & d_n \end{pmatrix}$ une matrice diagonale.

D est inversible ssi $\forall i, d_i \neq 0$. Dans ce cas, son inverse est $D^{-1} = \begin{pmatrix} \frac{1}{d_1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & \frac{1}{d_n} \end{pmatrix}$

Application : la matrice nulle O_n est-elle inversible ? $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}$ est-elle inversible ?

PROPOSITION 10 (caractérisation des matrices triangulaires inversibles, admis)
Soit $T \in \mathcal{M}_n(\mathbb{K})$ une matrice triangulaire.

$T \in GL_n(\mathbb{K})$ ssi tous les coefficients diagonaux de T sont non nuls

5.3 utilisation d'une relation portant sur A et I

1. Soit A une matrice vérifiant la relation $A^2 = A - I$. Montrer que A est inversible et donner son inverse.
2. Soit A une matrice différente de l'identité, vérifiant $A^4 = A^3$. Montrer que A n'est pas inversible.

PROPOSITION 11 (inversibilité et inverse d'une matrice de $\mathcal{M}_2(\mathbb{K})$)
 $A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ est inversible si et seulement si $ad - bc \neq 0$. Dans ce cas $A^{-1} = \frac{1}{ad - bc} \begin{pmatrix} d & -b \\ -c & a \end{pmatrix}$.

Démonstration : une démonstration possible utilise la propriété 14 (voir le livre Brial algèbre page 169).
Voici une autre démonstration possible, sous forme d'exercice.

1. Montrer que $A^2 = (a + d)A + (bc - ad)I$.
2. Dans le cas où $ad - bc \neq 0$, en déduire que A est inversible et donner son inverse.
3. Dans le cas où $ad - bc = 0$, raisonner par l'absurde en supposant que A est inversible et aboutir à une contradiction en utilisant 1.

La proposition 9 de la sous-partie « 5.2 cas d'une matrice diagonale ou triangulaire » est d'abord illustrée par l'exemple d'application qui suit (p.6) puis par le cas de la matrice identité. Elle est ensuite démontrée en détail dans les deux sens de la double implication pour toute matrice D et pour le cas particulier de la matrice I_n introduit par l'expression « Retour à l'identité ». Deux exemples courts sont ensuite donnés pour illustrer la proposition 10.

La sous-partie « 5.3 utilisation d'une relation portant sur A et I » est annoncée dans les notes des étudiants par le titre « 5.3 (cours) méthodes à maîtriser ».

Les deux premiers points sont traités comme des exercices résolus dans les notes des étudiants, sans commentaires. Le raisonnement pour le second point est effectué par l'absurde.

Un exemple est ensuite donné, ayant un énoncé similaire aux deux points précédents, puis traité en raisonnant par l'absurde aussi :

On suppose $A^3 = 0$. A est-elle inversible ?
On raisonne par l'absurde en supposant A inversible.
La matrice A^{-1} existe, et on a $AA^{-1} = I = A^{-1}A$.
On part de $AAA = 0$ et on multiplie à 3 reprises par A^{-1} et on trouve $(...) I = 0$ exclu

Sans parler d'exercice-type, ce titre attire l'attention des étudiants sur la généricité de la technique. Couplé avec le titre du polycopié, il donne un élément de décontextualisation en identifiant la spécificité du contexte d'utilisation de cette technique.

Ces deux points représentent des techniques pour démontrer qu'une matrice A , respectant une condition particulière précisée pour chaque cas, est inversible ou non inversible respectivement.

Le professeur propose et résout ensuite des
« *exercices analogues sur les applications* ».

Exo 1: Soit $f \in L(E)/f^3 = 0$.
A-t-on $f \in GL(E)$?
Exo 2: Soit $f \in L(E)/f^3 = Id$.
A-t-on $f \in GL(E)$?

Il s'agit de deux exercices autour de techniques sur des applications linéaires.

Dans la correction du premier exercice, nous trouvons un commentaire qui renvoie à une propriété de cours:

Pour $h \in L(E)$, $h \circ O_{L(E)} = O_{L(E)} = O_{L(E)} \circ$

Nous pouvons noter qu'à plusieurs reprises, le professeur fait des liens entre des thèmes mathématiques différents : lien avec les polynômes au moment de la définition de la notion d'inversibilité (5.1) et ici analogie matrice-application linéaire.

5.4 propriétés diverses

PROPOSITION 12 Soient A et $B \in GL_n(\mathbb{K})$. On a :
 A^{-1} est inversible et $(A^{-1})^{-1} = A$;
le produit AB est inversible, d'inverse $(AB)^{-1} = B^{-1}A^{-1}$;
 $\forall p \in \mathbb{N}$, A^p est inversible, d'inverse $(A^{-1})^p$.

PROPOSITION 13 (inverse d'une transposée)
 A est inversible si et seulement si tA est inversible. Dans ce cas, $({}^tA)^{-1} = {}^t(A^{-1})$.

Le professeur démontre ensuite les propositions 12 et 13 de la sous partie « 5.4 propriétés diverses » (p.7) concernant l'inverse d'un produit et l'inverse d'une transposée.

Les démonstrations sont suivies d'une remarque autour des techniques d'inversibilité vues dans les trois sous-parties précédentes et annonçant la technique suivante :

Δ 5 .2, 5.3, 5.4 = inversibilité sans calculs!
5 .5 = inversibilité et inverse, méthode générale, avec calculs.

Il s'agit d'une comparaison et d'une évaluation des différentes techniques pour le même type de tâches « montrer l'inversibilité d'une matrice et déterminer l'inverse ».

5.5 détermination pratique de l'inversibilité d'une matrice

Le système linéaire $\begin{cases} 2x + 5y + z = 3 \\ 3x - y + 4z = 0 \end{cases}$ s'écrit $\begin{pmatrix} 2 & 5 & 1 \\ 3 & -1 & 4 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 \\ 0 \end{pmatrix}$

De manière générale, le système linéaire (S) : $\begin{cases} a_{1,1}x_1 + a_{1,2}x_2 + \dots + a_{1,p}x_p = b_1 \\ a_{2,1}x_1 + a_{2,2}x_2 + \dots + a_{2,p}x_p = b_2 \\ \dots \\ a_{n,1}x_1 + a_{n,2}x_2 + \dots + a_{n,p}x_p = b_n \end{cases}$ s'écrit matricielle-

ment $AX = B$, avec $A = (a_{i,j})$ matrice des coefficients du système, X la matrice colonne des inconnues et B la matrice colonne des termes constants. La propriété suivante sera démontrée en fin de chapitre.

PROPOSITION 14 Soit $A \in \mathcal{M}_n(\mathbb{K})$.
 A est inversible si et seulement si pour tout $Y \in \mathcal{M}_{n,1}(\mathbb{K})$, le système linéaire d'écriture matricielle $AX = Y$ est un système de Cramer.
 Dans ce cas, la solution du système est donnée par $X = A^{-1}Y$.

Exercice-type : $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 4 & -1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ est-elle inversible ? Si oui, donner son inverse.

La sous-partie suivante « 5.5 Détermination pratique de l'inversibilité d'une matrice » débute avec un exemple :

$$\begin{pmatrix} 2x + 3y + z \\ -x + y \\ x + 3y + z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 \\ 2 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 \\ -1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 \\ 2 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$AX = Y$$

La proposition 14 n'est pas démontrée ici. En effet, nous pouvons lire dans le polycopié juste avant la proposition « la propriété suivante sera démontrée en fin de chapitre » et nous retrouvons la démonstration p. 10 (après la propriété 18 et sa démonstration).

Le professeur passe directement à la résolution de l'exercice-type (p. 8).

On procède par la méthode du pivot.
 A est inversible (cours) $\Leftrightarrow \forall Y \in M_{3,1}(IR)$,
 $AX = Y$ est de Cramer (1 seule solution)
 On résout $AX = Y$ par la méthode du pivot. Les systèmes successifs sont équivalents.
 (...)

 Ce système est triangulaire et à coefficients non nuls, donc il est de Cramer. A est inversible.
 Enfin on trouve
 (...)

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} -5 & 1 & 6 \\ 1 & 0 & -1 \\ 4 & -1 & -4 \end{pmatrix}$$

Cet exemple illustre le passage du cadre des systèmes linéaires au cadre matriciel (conformément aux exigences du programme d'ECS). Ce passage met en jeu un changement de registre, depuis celui des expressions littérales à celui des tableaux de nombres, dont les matrices colonnes, et pour finir un registre littéral global pour les matrices.

La résolution repose sur un savoir technologique qui permet la validation de la technique utilisée. Nous avons ici une technique plus opérationnelle que celle que produit la propriété 14 : il s'agit de résoudre le système par la méthode du Pivot de Gauss puis de vérifier l'obtention d'un système de Cramer afin de conclure que la matrice est inversible. Ainsi, le savoir qu'il faut incorporer à la technologie de cette technique est, en plus de la propriété 14, le fait que la méthode du Pivot produit des systèmes équivalents et que tout système triangulaire est de Cramer.

La solution est suivie de la remarque suivante :

Attention!

Beaucoup (beaucoup!!) de problèmes nécessitent

d'avoir une matrice A^{-1} correcte pour continuer.

Il faut donc se vérifier en faisant AA^{-1} correcte et on doit trouver I :

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 4 & -1 \\ 1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -5 & 1 & 6 \\ 1 & 0 & -1 \\ 6 & -1 & -4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

La partie « 6. Représentation matricielle d'une famille de vecteurs » et la sous-partie « 7.1 isomorphisme entre $L(E,F)$ et $M_{n,p}(IK)$ » (pp.8-9) sont annoncées dans les notes des étudiants par : « *Paragraphes 6 et 7.1 : comprendre le fonctionnement* ».

Cette remarque permet d'évaluer l'importance de la technique pour d'éventuelles tâches qui pourraient utiliser le résultat obtenu en l'employant. La dernière étape de vérification sert à contrôler la mise en œuvre que l'utilisateur a faite de la technique (Castela, 2015).

6 Représentation matricielle d'une famille de vecteurs

DÉFINITION 11 Soient E un \mathbb{K} -espace vectoriel admettant une base $\mathcal{B} = (b_1, b_2, \dots, b_n)$ et (v_1, v_2, \dots, v_p) une famille de p vecteurs de E .

On sait que chaque vecteur v_j s'écrit de manière unique : $v_j = \sum_{i=1}^n a_{i,j} b_i$, les $a_{i,j}$ étant les coordonnées de v_j dans la base \mathcal{B} .

La matrice de $\mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$ de coefficients $(a_{i,j})_{1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq p}$ s'appelle matrice de la famille (v_1, v_2, \dots, v_p) relativement à la base \mathcal{B} et se note $Mat_{\mathcal{B}}(v_1, v_2, \dots, v_p)$.

Schéma.

Exercice :

1. Soient $P_1(X) = 1$, $P_2(X) = (2X - 3)^2$ et $P_3(X) = X^3 - 7$. Donner la matrice relativement à la base canonique \mathcal{B} de $\mathbb{R}_3[X]$ de (P_1, P_2, P_3) .
2. Soient $v_1 = (5, 7)$ et $v_2 = (-1, 4)$.
Donner la matrice relativement à la base canonique \mathcal{B} de \mathbb{R}^2 de (v_1, v_2) . Même question relativement à la base \mathcal{B}' , où $\mathcal{B}' = ((0, 1), (1, 0))$. Même question relativement à la base \mathcal{B}'' , où $\mathcal{B}'' = ((3, 1), (1, -1))$.

Pour la partie 6, la définition 11 est explicitée à travers deux exemples numériques, qui ne figurent pas dans le photocopié, le premier étant inspiré de l'énoncé d'un exercice de la fiche de TD (exercice 10). Ces exemples consistent à traduire une matrice en famille de vecteurs et à en explorer les propriétés.

Le professeur résout ensuite les deux exercices du photocopié (p.9) annoncés par « *on reprend au niveau du 6* ». Ces exercices explorent le passage dans le sens inverse, d'une base canonique à une matrice.

Cette précision permet de rappeler aux étudiants la structure du cours en les renvoyant au photocopié.

7 Matrices et applications linéaires

7.1 isomorphisme entre $L(E, F)$ et $\mathcal{M}_{p,n}(\mathbb{K})$

DÉFINITION 12 Soient E et F deux \mathbb{K} -espaces vectoriels admettant respectivement les bases $\mathcal{B}_1 = (e_1, e_2, \dots, e_n)$ et $\mathcal{B}_2 = (f_1, f_2, \dots, f_p)$, et $u \in L(E, F)$. On sait que chaque vecteur $u(e_j)$ s'écrit de manière unique

$$u(e_j) = \sum_{i=1}^p a_{ij} f_i \text{ où les } a_{ij} \text{ sont les coordonnées de } u(e_j) \text{ dans la base } \mathcal{B}_2$$

La matrice de $\mathcal{M}_{p,n}(\mathbb{K})$ de coefficients $(a_{ij})_{1 \leq i \leq p, 1 \leq j \leq n}$ s'appelle matrice de u relativement aux bases \mathcal{B}_1 et \mathcal{B}_2 et se note $Mat_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u)$.

Dans le cas où $E = F$ et $\mathcal{B}_1 = \mathcal{B}_2$, on note $Mat_{\mathcal{B}_1}(u)$ à la place de $Mat_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_1}(u)$.

Schéma.

Exercice : Soient \mathcal{B}_1 et \mathcal{B}_2 les bases canoniques de \mathbb{R}^2 et \mathbb{R}^3 , et soit $u \in L(\mathbb{R}^2, \mathbb{R}^3)$ donné par $u(x, y) = (x + y, x + \sqrt{2}y, -x + 3y)$. Donner la matrice de u relativement aux bases \mathcal{B}_1 et \mathcal{B}_2 .

PROPOSITION 15 Soient E et F deux \mathbb{K} -espaces vectoriels admettant respectivement les bases $\mathcal{B}_1 = (e_1, e_2, \dots, e_n)$ et $\mathcal{B}_2 = (f_1, f_2, \dots, f_p)$.

$$\varphi : \begin{pmatrix} L(E, F) & \rightarrow & \mathcal{M}_{p,n}(\mathbb{K}) \\ u & \mapsto & Mat_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u) \end{pmatrix} \text{ est un isomorphisme.}$$

Lorsque $E = F$ et $\mathcal{B}_1 = \mathcal{B}_2$, on a $\varphi(Id_E) = I_n$.

Pour la sous-partie 7.1, le professeur commence d'abord par résoudre l'exercice (p.9) qui sert de point de départ pour expliquer la définition 12.

Explication de la déf. 12

Cadre du travail donné :

$\mathcal{B}_1 = (e_1, e_2, \dots, e_n)$ base de E et

$\mathcal{B}_2 = (f_1, f_2, \dots, f_p)$ base de F

$u : E \rightarrow F$ application linéaire

$$Mat_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u) = \begin{pmatrix} f_1 & u(e_1) & \dots & u(e_n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_p & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix}$$

Vecteur de F . Il s'écrit dans la base

(f_1, f_2, \dots, f_p) :

$$u(e_1) = \text{réel} \times f_1 + \text{réel} \times f_2 + \dots + \text{réel} \times f_p$$

$$= \lambda_1 \times f_1 + \lambda_2 \times f_2 + \dots + \lambda_p \times f_p$$

$$= a_{1,1} f_1 + a_{2,1} f_2 + \dots + a_{p,1} \times f_p$$

$$u(e_2) = \lambda'_1 \times f_1 + \lambda'_2 \times f_2 + \dots + \lambda'_p \times f_p$$

$$= a_{1,2} f_1 + a_{2,2} f_2 + \dots + a_{p,2} \times f_p$$

Plus généralement,

$$\begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \\ \vdots \\ f_p \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{1,j} \\ a_{2,j} \\ \vdots \\ a_{p,j} \end{pmatrix}$$

$$u(e_j) = a_{1,j} f_1 + a_{2,j} f_2 + \dots + a_{p,j} \times f_p$$

L'explication de la définition 12 se fait à travers l'utilisation de différents registres entre le photocopié et les notes des étudiants comme nous le voyons: formule avec le symbole de la somme Σ , formule littérale avec des pointillés, formule sous forme de tableau (matrice). De plus, pour $u(e_1)$, l'écriture des coefficients passe par 3 étapes, en langue naturel (réel), en langue symbolique avec un seul indice puis avec deux indices. Les deux dernières étapes sont reprises pour un second exemple.

Nous n'avons aucune trace de la proposition 15 dans les notes des étudiants.

7.2 utilisation des matrices

PROPOSITION 16 (matrice d'une composée d'applications linéaires)
Soient E un \mathbb{K} -espace vectoriel admettant la base $\mathcal{B}_1 = (e_1, e_2, \dots, e_n)$,
 F un \mathbb{K} -espace vectoriel admettant la base $\mathcal{B}_2 = (f_1, f_2, \dots, f_p)$,
 G un \mathbb{K} -espace vectoriel admettant la base $\mathcal{B}_3 = (g_1, g_2, \dots, g_q)$.
Soient $u \in L(E, F)$ et $v \in L(F, G)$. On a :

$$\text{Mat}_{\mathcal{B}_3, \mathcal{B}_1}(v \circ u) = \text{Mat}_{\mathcal{B}_3, \mathcal{B}_2}(v) \times \text{Mat}_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_1}(u)$$

PROPOSITION 17 (écriture $Y = AX$ pour $y = u(x)$)
Soient E et F deux \mathbb{K} -espaces vectoriels admettant respectivement les bases \mathcal{B}_1 et \mathcal{B}_2 , et $u \in L(E, F)$.
On note $A = \text{Mat}_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_1}(u)$.

Pour $x \in E$ de coordonnées $(x_i)_{1 \leq i \leq n}$ dans la base \mathcal{B}_1 et X la matrice colonne $\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}$, les coordonnées de $u(x)$ dans la base \mathcal{B}_2 sont données par la matrice colonne $Y = AX$.
L'égalité $y = u(x)$ s'écrit matriciellement $Y = AX$.

Démonstration admise en cours. Notons $\mathcal{B}_1 = (e_1, e_2, \dots, e_n)$, $\mathcal{B}_2 = (f_1, f_2, \dots, f_p)$ et $A = (a_{i,j})$.

D'un part AX est le vecteur colonne de coefficients $y_i = \sum_{j=1}^n a_{i,j} x_j$. D'autre part, $u(x) = u(\sum_{j=1}^n x_j e_j) = \sum_{j=1}^n x_j u(e_j) = \sum_{j=1}^n x_j \sum_{i=1}^p a_{i,j} f_i = \sum_{i=1}^p (\sum_{j=1}^n a_{i,j} x_j) f_i$.

Exercice : Soit $u \in L(\mathbb{R}^3)$ de matrice dans la base canonique de \mathbb{R}^3 donnée par $A = \begin{pmatrix} 3 & 5 & -1 \\ 1 & 2 & 0 \\ 0 & -1 & -1 \end{pmatrix}$.

1. Donner $\text{Im } u$.
2. Donner $\ker u$.
3. Donner la matrice de $u \circ u$ relativement à la base canonique de \mathbb{R}^3 , puis l'expression analytique de $u \circ u$.

Pour la proposition 16 de la sous-partie « 7.2 utilisation des matrices », les étudiants notent sur le photocopié la remarque « Δ à l'ordre » à côté de la formule de composition.

Ensuite, nous trouvons dans leurs notes ce que le professeur désigne comme une conséquence de cette proposition :

Conséquence :

$$\text{Mat}_B(3u + 5v) = 3\text{Mat}_B(u) + 5\text{Mat}_B(v)$$

$$\text{Mat}_B(-u) = -\text{Mat}_B(u)$$

Le professeur s'attarde ensuite sur « l'explication de la proposition 17 » pour laquelle il signale que la démonstration est « admise en cours » (p.10). Il propose d'abord une explication avec les vecteurs de l'espace vectoriel P , avec pour exemple $P(x) = 5x^2 + 4x^3$ dans $E = \mathbb{IR}_3[x]$:
« on peut stocker/mémoriser P par l'intermédiaire d'une matrice ».

Il propose ensuite une explication avec une application linéaire $u : E \rightarrow F$, avec pour exemple $u : \begin{pmatrix} \mathbb{IR}_3[x] \rightarrow \mathbb{IR}_2[x] \\ P \rightarrow P' \end{pmatrix}$:
« on peut mémoriser u par l'intermédiaire d'une matrice ».

Il conclut ses explications par « on s'affranchit ainsi du cadre de l'espace vectoriel, pour se concentrer sur des tableaux de nombres ! ».

Cette remarque a pour fonction de faciliter la mise en œuvre par les étudiants de la technique pour le type de tâches « calculer la composée d'applications linéaires ».

À travers ces explications, le professeur cherche à motiver l'objet mathématique matrice, ce qui lui permet de représenter de manière moins lourde des vecteurs en termes d'application linéaire.

PROPOSITION 18 Soient E et F deux espaces vectoriels admettant respectivement les bases \mathcal{B}_1 et \mathcal{B}_2 , et $u \in L(E, F)$.

u est bijective ssi $\text{Mat}_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u)$ est inversible et dans ce cas, $\text{Mat}_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_1}(u^{-1}) = (\text{Mat}_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u))^{-1}$

Démonstration : • supposons que u est un isomorphisme. On a alors $\text{Mat}_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u) \text{Mat}_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_1}(u^{-1}) = \text{Mat}_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_2}(u \circ u^{-1}) = \text{Mat}_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_2}(\text{Id}_F) = I$.
 • supposons $\text{Mat}_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u)$ inversible et notons v l'application linéaire de F dans E dont la matrice relativement aux bases \mathcal{B}_2 et \mathcal{B}_1 est $(\text{Mat}_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u))^{-1}$.
 On a alors : $\text{Mat}_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_2}(u \circ v) = \text{Mat}_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u) \text{Mat}_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_1}(v) = I$ donc $u \circ v = \text{Id}_F$, et $\text{Mat}_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_1}(v \circ u) = \text{Mat}_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_1}(v) \text{Mat}_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u) = I$, donc $v \circ u = \text{Id}_E$.
 Donc $v \circ u = \text{Id}_E$ et $u \circ v = \text{Id}_F$ et u est un isomorphisme.

Démonstration de la propriété 14 :

• si A est inversible, alors $AX = Y$ devient $A^{-1}AX = A^{-1}Y$ soit $X = A^{-1}Y$.
 • supposons que pour tout Y , le système d'équation matricielle $AX = Y$ soit de Cramer. Soit u l'endomorphisme de matrice A relativement à la base canonique de \mathbb{R}^n . Soit $y \in \mathbb{R}^n$. L'équation $u(x) = y$ s'écrit matriciellement $AX = Y$, où X et Y sont les vecteurs colonnes des coordonnées respectives de x et y dans la base canonique de \mathbb{R}^n . Par hypothèse, ce "système" admet une unique solution X , donc il existe un unique $x \in \mathbb{R}^n$ tel que $u(x) = y$, et u est bijectif. Par la propriété 18, A est inversible dans ce cas.

Le professeur a ensuite recours à une liste en quatre points qui lui permet d'introduire et/ou d'illustrer les propositions 16, 17 et 18 (pp.9-10). Cette dernière est démontrée dans le polycopié et suivie de la démonstration de la proposition 14 évoquée précédemment.

1) On peut voir si $A = \text{Mat}_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u)$ est inversible.

Prop. 18 : A est inversible $\Leftrightarrow u$ est bijective.

Dans ce cas, $\text{Mat}(u^{-1}) = A^{-1}$.

2) On peut peut-être calculer les puissances de A .

$A^2 = \text{Mat}(u) \times \text{Mat}(v) = \text{Mat}(u \circ v) = \text{Mat}(u^2)$.

Plus généralement (toujours si A est carrée),

$A^k = \text{Mat}(u^k)$.

3) Pour la prop. 17, on a un rapport entre les valeurs

$u(x)$ et le calcul de AX . Plus précisément :

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} \quad \text{ex : } X = \begin{pmatrix} 1 \\ x \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 5 \\ 4 \end{pmatrix}$$

Les coordonnées du vecteur x dans la base B

Pour la propriété 17, le vecteur Y ou AX est le vecteur

$$u(x) = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_p \end{pmatrix}$$

Les coordonnées de $u(x)$ dans la base B

$$\text{ex : } AX = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 5 \\ 4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 10 \\ 12 \end{pmatrix}$$

Les coordonnées de $u(p)$ dans la base canonique de $\mathbb{R}_2[x]$

$u(p) = 10x + 12x^2$ c'est bon car

$$P' = (5x^2 + 4x^3)' = 10x + 12x^2$$

4) Et encore beaucoup de rapprochement

vecteurs/matrices en fin d'année (réduction) !

Ce dernier point permet au professeur d'annoncer le lien avec une autre partie du cours à venir en expliquant l'intérêt de la technique.

Exercice : Soit $u \in L(\mathbb{R}^3)$ de matrice dans la base canonique de \mathbb{R}^3 donnée par $A = \begin{pmatrix} 3 & 5 & -1 \\ 1 & 2 & 0 \\ 0 & -1 & -1 \end{pmatrix}$.

1. Donner $\text{Im } u$.
2. Donner $\ker u$.
3. Donner la matrice de $u \circ u$ relativement à la base canonique de \mathbb{R}^3 , puis l'expression analytique de $u \circ u$.

Le professeur passe ensuite aux exercices du polycopié. Il commence par résoudre l'exercice qui suit la proposition 17 (p.10), en employant deux méthodes pour répondre à la question « 2. Donner $\ker u$ ». Pour la première méthode, nous lisons « *méthode ayant de l'avenir (autour de la prop. 17)* » avant la résolution. Pour la deuxième méthode, après la reformulation de l'énoncé, nous lisons « *Il ne reste que les calculs. Calculs...* », avant de trouver la réponse finale non détaillée.

Il s'agit de motiver les élèves en évaluant la technique en question.

Exercice 1 : soit $\Phi : \begin{pmatrix} \mathbb{R}_2[X] & \rightarrow & \mathbb{R}_2[X] \\ P & \mapsto & P - P' \end{pmatrix}$.

On admet que Φ est un endomorphisme.

1. Donner la matrice A de Φ relativement à la base canonique de $\mathbb{R}_2[X]$.
2. Montrer que A est inversible et donner son inverse.
3. En déduire que Φ est un isomorphisme et donner son isomorphisme réciproque.

Exercice 2 :

Soit $\varphi : \begin{pmatrix} \mathbb{R}_2[X] & \rightarrow & \mathbb{R}_2[X] \\ P & \mapsto & Q \text{ donné par } Q(X) = P(X+1) \end{pmatrix}$.

1. Montrer que φ est un isomorphisme de $\mathbb{R}_2[X]$ et donner φ^{-1} .
2. Donner la matrice A de φ relativement à la base canonique de $\mathbb{R}_2[X]$.
3. **En déduire** que A est inversible et donner son inverse.

Enfin, le professeur termine par la résolution des deux derniers exercices du polycopié (pp. 10-11), sans précisions particulières à noter.

Nous présentons en annexe 11 un deuxième chapitre reconstitué de L.D. Il s'agit du chapitre *Intégrales sur un intervalle quelconque* de deuxième année de prépa, enseigné par L.D. en 2013-2014 aux mêmes étudiants qui étaient les siens en première année en 2012-2013. L'analyse de ce chapitre reconstitué permet de confirmer la stabilité du cours de ce professeur et de ses explications. En effet, nous y retrouvons globalement la même structure, toutefois adaptée au niveau d'un cours de deuxième année, et le même type de commentaires (discours méta) que dans le chapitre *Matrices*.

SECTION 3 : LE COURS DE Z.H. À D

1. Les ressources de cours du professeur

Comme nous l'avons déjà expliqué (cf. chapitre VIII section 1), le cours de Z.H. a évolué pendant l'année 2012-2013 afin de s'adapter aux besoins et capacités des étudiants. Le professeur a décidé de passer d'un cours entièrement noté au tableau et recopié par les étudiants à un cours entièrement enseigné à partir d'un polycopié afin de gagner du temps et de maximiser l'attention des étudiants. Son cours sur le chapitre *Matrices* est un exemple de cette évolution : il rédige la première partie entièrement au tableau mais enseigne la deuxième partie entièrement à partir d'un polycopié qu'il distribue aux étudiants. Pour ce dernier (12 pages), il s'agit d'un extrait du polycopié complet (29 pages)¹⁰⁴ de préparation du professeur portant sur l'ensemble du chapitre.

Dans les deux parties, avec et sans polycopié, il s'agit d'un exposé de cours très formel et complet sur le plan des savoirs théoriques, structuré selon un enchaînement de définitions, exemples, propositions et démonstrations. Presque toutes les démonstrations des propositions sont rédigées en détail : sur les 27 propositions du chapitre (dont un corollaire, un cas particulier et une formule), 21 sont entièrement démontrées dans le cours et cinq sont laissées pour être traitées en exercice (explicitement signalées par « *démonstration : exercice* »). Nous retrouvons aussi à travers le chapitre quelques indications de notation et vocabulaire ainsi que des précisions de cas particuliers et des remarques. De plus, le cours est très linéaire, présentant les notions par ordre croissant de difficulté et complexité, sans mise en relief d'éléments particuliers ; tout semble être au même plan et même niveau d'importance. Par ailleurs, nous ne trouvons (ni dans le polycopié ni dans le cours noté par les étudiants) aucune indication d'exercice type et très rarement des éléments de discours de technologie pratique. Ce cours se rapproche donc de celui que nous avons trouvé dans l'un au moins des manuels de mathématiques examinés.

¹⁰⁴ Polycopié donné en annexe 10.

Nous prenons comme exemple la section du cours portant sur le produit matriciel (partie 5 pp.12-18 du polycopié du professeur), que les étudiants recopient entièrement du tableau, et nous en dégagons le plan:

5. Produit Matriciel

5.1 Définition

5.1.1 Produit d'une matrice ligne avec une matrice colonne

Définition, Remarque⁽¹⁾, Exemple

5.1.2 Produit d'une matrice avec une matrice colonne

Définition, Remarque⁽²⁾, Exemple

5.1.3 Produit de deux matrices

Définition, Remarque⁽³⁾, Remarque⁽⁴⁾, Exemple, Remarque

5.2 Lien avec l'image d'un vecteur par une application linéaire

Proposition, Démonstration, Exemples (2)

Corollaire, Démonstration

5.3 Lien avec la composition des applications linéaires

Proposition, Démonstration

Cas particulier, Démonstration, Remarque

5.4 Calcul matriciel dans $M_n(K)$

Proposition, Démonstration : Exercice, Remarque⁽⁵⁾, Convention

Formule du binôme, Démonstration

Proposition, Démonstration : Exercice

- Remarque⁽¹⁾ (p.12) : Faire attention au fait que le nombre de colonnes de L est égal au nombre de lignes de C. Faire aussi attention à l'ordre, on a seulement défini pour l'instant le produit LC.

- Remarque⁽²⁾ (p.13) : Le nombre de colonnes de A est égal au nombre de lignes de C. Faire attention aussi à l'ordre.

- Remarque⁽³⁾ (p.13) : Pour que le produit AB soit défini, le nombre de colonnes de A est égal au nombre de lignes de B. Le produit d'une matrice de $M_{m,n}(IK)$ avec une matrice de $M_{n,p}(IK)$ est une matrice de $M_{m,p}(IK)$.

- Remarque⁽⁴⁾ (p.13) : Si A et B sont deux matrices telles que le produit AB soit défini, il n'y a aucune raison pour que le produit BA soit défini ! Même quand c'est le cas, AB et BA n'ont en général pas la même taille. Et quand elles ont la même taille, les matrices AB et BA ne sont, en général, pas égales.

- Remarque⁽⁵⁾ (p.17) : Le produit matriciel n'est pas commutatif. Par exemple dans $M_2(IK)$ $\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ alors que $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 2 & 0 \end{pmatrix}$.

Nous pouvons voir, dès la définition du produit matriciel qui se fait en trois sous-étapes, l'évolution progressive du degré de complexité des notions et des tâches requises des étudiants. Par ailleurs, les remarques citées dans cet exemple, redondantes, sont d'ordre pratique : elles servent à faciliter l'emploi de la technique pour le type de tâches « calculer le produit de deux matrices » afin d'éviter les erreurs.

Dans le reste du cours, nous trouvons uniquement deux autres remarques du même genre, en rapport avec la technologie pratique :

- Remarque (p.2) : Pour additionner deux matrices, il faut qu'elles aient la même taille.
 - Remarque (p.25) : Le produit de deux matrices symétriques n'est pas forcément symétrique. Par exemple si $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ et $B = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ alors $AB = \begin{pmatrix} 5 & 6 & 5 \\ 2 & 2 & 4 \\ 3 & 2 & 3 \end{pmatrix}$ et AB n'est pas symétrique.

Les autres remarques portent essentiellement sur des savoirs mathématiques théoriques apportant des précisions sur les propositions démontrées, les formules ou les notations. Par exemple :

(p.1) **Notation.** On note $M_{n,p}(IK)$ l'ensemble des matrices à n lignes et p colonnes.

(p.10) **Remarque.** Soit u une forme linéaire sur E , i.e. $u \in L(E;IK)$. On fixe une base β_1 de E . On prend en général pour le IK -espace vectoriel IK la base (1) , que nous notons ici β_2 . Alors $M_{\beta_1, \beta_2}(u)$ est une matrice ligne (à $p = \dim E$ colonnes). Inversement, toute matrice ligne (à p colonnes) est la matrice (dans des bases fixées) d'une forme linéaire sur E .

2. Les notes des étudiants

Les notes des étudiants pour la première partie de ce chapitre sont identiques au mot près. On dirait une copie quasi-conforme de ce que le professeur semble écrire au tableau, ce qui coïncide à la virgule près avec ce qu'il a prévu dans son polycopié de préparation (pp.1-12). D'ailleurs, trois étudiants ont tous répondu "toujours" à l'item du questionnaire « *je recopie tout ce que le professeur écrit au tableau* » et le quatrième a répondu "souvent". Pour la deuxième partie du cours, les étudiants pour lesquels nous avons les documents ne prennent pas de notes sur leurs cahiers et n'ajoutent pas grand-chose au document distribué. Ceci confirme ce que nous dit Z.H. quant à l'explication du cours à partir du polycopié : le cours est lu (par lui ou par un étudiant), le professeur recopie

occasionnellement au tableau des éléments importants du polycopié en demandant aux étudiants de suivre sans rien noter puisque tout est déjà dans le document, même les exemples numériques y sont tous déjà traités sachant qu'il en développe certains au tableau. La complétude du polycopié s'explique par le fait que Z.H. juge indispensable d'écrire tous les éléments importants pour la compréhension du cours, il craint que sinon les étudiants ne les noteront pas.

Pour l'ensemble du chapitre, nous repérons quelques rares signes personnels (points d'exclamation ou astérisques) et éventuellement des indications brèves dans les notes ou sur le polycopié : « *contrôle* » à côté d'une proposition et/ou d'un exemple, « *informatique* » pour la méthode du pivot de Gauss, « *plus complexe !* » pour la deuxième présentation du calcul pratique de l'inverse d'une matrice en comparaison avec la première, précisions de notation ou de formule... Nous trouvons aussi des surlignages de titres et/ou de propositions sur le polycopié. Cependant, ces ajouts ne sont pas identiques pour les quatre étudiants. Nous pouvons attribuer cela au fait que Z.H. signale oralement certains points importants en expliquant le cours, cependant contrairement à L.D., il ne donne pas d'indications explicites relativement à la façon de faire apparaître ce relief dans les notes. Enfin, si le professeur dit ou écrit des remarques ou commentaires supplémentaires, nous n'en retrouvons pas la trace chez les étudiants. Ainsi, nous n'avons pas jugé utile de faire le même travail de reconstitution de cours que pour celui de L.D., le polycopié du professeur rendant compte de la totalité du texte noté par les étudiants.

Quant aux applications, hormis les exemples traités dans le cours pour illustrer les notions abordées, les autres exercices semblent être résolus pendant la séance de TD, sur un cahier séparé. Nous retrouvons la correction de cinq exercices provenant d'une fiche¹⁰⁵ distribuée aux étudiants qui en comporte 10. Les notes des étudiants étant identiques confirment que les exercices ont été résolus au tableau, par le professeur ou un étudiant, puis recopiés. Comme le cours, le contenu des solutions porte entièrement sur des éléments de savoirs mathématiques purs, aucun commentaire hors-solution ou d'ordre pratique n'est visible, à l'exception d'une remarque qui revient pour la quatrième fois (dont trois fois dans le cours pp.12-13) dans tous les documents à notre disposition : « *Pour faire un produit matriciel AB , le nombre de colonnes de A = au nombre de colonne de B* ».

SECTION 4 : CONCLUSION

L'analyse du cours de L.D. pour ces deux chapitres met en avant à plusieurs endroits des éléments d'un discours technologique auquel a recours le professeur pendant la

¹⁰⁵ Fiche d'exercices donnée en annexe 10.

séance afin d'accompagner ses étudiants dans l'étude du polycopié. En effet, à travers une relecture de son polycopié, L.D. anime son cours par des gestes qui visent à nourrir le contenu du polycopié en y mettant du relief (Lattuati, Pennickx et Robert, 2013). Nous restituons ces gestes relevant du discours technologique à travers les commentaires notés par les étudiants. Certains de ces éléments, directement liés aux contenus mathématiques, jouent le rôle d'un catalyseur dans l'acquisition des savoirs théoriques. Nous retenons par exemple les changements de registres, les allers-retours non-linéaires entre définitions et propositions, le recours aux exemples numériques pour illustrer toutes les notions du cours et les liens établis entre des thèmes mathématiques différents. L.D. a recours à ces derniers soit pour motiver un objet de savoir - par exemple sur l'utilisation des puissances de matrices - soit pour repérer des analogies de notions et de résultats entre des chapitres différents antérieurs ou annoncer ceux des chapitres postérieurs. Pour les exercices rencontrés, ces rapprochements sont mathématiquement fondés : par exemple, la notion d'inverse pour une matrice A est rapprochée de la division par x , ou bien le professeur applique aux applications linéaires la technique pour prouver l'inversibilité qui vient d'être vue sur les matrices, à un moment où il n'a pas encore abordé le lien matrice/application linéaire. Il s'agit de stratégies implicites du professeur, du moins non explicitées dans les entretiens qui n'ont pas abordé ce grain d'analyse de ses pratiques, ces stratégies ont pour but d'aider à l'apprentissage du contenu mathématique. Ainsi, L.D. cherche à créer des cohérences dans l'ensemble du cours, y compris en anticipant avec des notions à venir : nous sommes dans une perspective de cours formant un tout plutôt qu'une juxtaposition d'éléments du savoir mathématique. Par ailleurs, d'autres éléments, en rapport avec des savoirs pratiques, se traduisent par des phrases dont les fonctions sont diversifiées : inciter les étudiants à la réflexion, annoncer des éléments de technologie pratique à suivre, attirer l'attention des étudiants sur des points du cours ou des exercices en les plaçant sur une échelle d'importance se référant aux mathématiques mais aussi aux épreuves des concours, motiver l'intérêt d'une notion ou d'une technique et faciliter sa mise en œuvre afin d'éviter des erreurs fréquentes, évaluer une technique par comparaison avec d'autres, signaler des éléments de généricité et de décontextualisation d'une technique, contrôler la mise en œuvre d'une technique, proposer des moyens mnémotechniques qui facilitent la mémorisation de définitions et formules.

Nos observations confirment donc l'hypothèse de Castela (2011) qui postule « *qu'au moins dans certaines classes, il est impossible que le professeur taise totalement les enjeux d'apprentissage visés par le curriculum praxique. Il doit pouvoir développer un discours relatif à l'utilisation des techniques qui lui permette pour le moins de donner une idée aux élèves des types de connaissances pratiques qu'ils peuvent envisager de construire* » (p.50). Ces divers éléments permettent aussi de confirmer les déclarations de L.D. lors de l'entretien et ses réponses aux questionnaires, sur lesquels nous nous

sommes appuyées pour analyser nos résultats, validant ainsi nos interprétations. De plus, la convergence des éléments identifiés à travers l'analyse des deux chapitres met en avant la stabilité des pratiques professeur, tant au niveau de la structuration du cours que de son discours et de ses gestes d'accompagnement de l'étude. Nous ne trouvons pas de traces de ce discours méta dans les documents de cours des étudiants de Z.H, hormis quelques remarques qui visent à faciliter l'utilisation d'une technique, ce qui cependant ne signifie pas qu'il ne tient pas ce genre de discours.

Une des questions posées au début de cette thèse, et très peu traitée, concerne l'existence de gestes d'étude du cours. Nous pouvons apporter un début de réponse grâce au travail effectué dans ce chapitre. En effet, nous pouvons interpréter ce que fait L.D. pendant le cours en termes de suggestions de gestes d'étude (autonome) d'un cours théorique. Nous avons mis en évidence des gestes qu'un étudiant ne peut pas tous faire au moment du cours, certains seraient situés plus tard, dans le prolongement du moment de l'étude créé par le professeur en classe. Nous citons les principaux gestes repérés : particulariser (à travers des exemples faciles, y compris pour les démonstrations que L.D. fait parfois seulement sur une dimension basse ou comme préalable à la généralisation), jouer sur les registres (pour expliciter ou simplifier une notion), faire des liens avec ce qui précède et aussi dans un travail a posteriori à plus long terme avec ce qui suit (domaines d'application). Toutefois, afin d'être efficaces, les gestes suggérés par L.D. doivent être transférés au topos des étudiants, ce qui nécessite un apprentissage de leur part. Nous n'avons pas de preuve que L.D. cherche à transférer à ses étudiants les gestes d'étude qu'il réalise en classe, ni même qu'il ait conscience qu'il pourrait le faire. En effet, nous ne trouvons aucune trace d'un discours méta dans les notes des étudiants, ceci cependant ne veut pas dire qu'il n'existe pas à l'oral. De plus, dans l'entretien réalisé avec L.D., nous n'avons pas de passages où il expliciterait sa volonté de faire réaliser ces gestes aux étudiants. Or il y a des chances que les étudiants ne se rendent pas compte qu'ils peuvent reproduire certains gestes par eux-mêmes. Par exemple, l'idée de procéder à un changement de registre est souvent difficile à mobiliser par les étudiants, sa réalisation sur indication du professeur peut l'être également. Ainsi, il est peu vraisemblable que les étudiants s'approprient les formes d'étude organisées par le professeur. Expérimenter la mise en place d'un processus didactique organisant un apprentissage des gestes que nous avons rencontrés chez L.D. est une perspective intéressante à considérer.

ANNEXES AU CHAPITRE XIV

Annexe 10 : Polycopié du professeur sur les matrices (L.D. et Z.H.)

Annexe 11 : Polycopié du professeur L.D. et reconstitution de son cours sur les intégrales

CONCLUSION

La première préoccupation de cette thèse fut de s'interroger sur l'évolution des divers aspects du travail personnel des étudiants au cours de la première année de classe préparatoire aux écoles de commerce. Nous nous sommes ensuite penchées sur les facteurs qui contribuent à cette évolution. Afin de répondre à ce questionnement, nous nous sommes attardées sur le fonctionnement de l'institution, d'abord au niveau macro de l'institution globale des classes préparatoires filière EC et ensuite au niveau plus local de la classe de chaque professeur, en recherchant comment l'institution détermine et transforme les façons de travailler des ses étudiants. Ainsi, nous nous sommes intéressées aux dispositifs institutionnels mis en place par les professeurs, en comparant ceux de deux voies de la filière EC, ainsi qu'aux relations sociales qui se développent entre les étudiants et entre étudiants et professeurs. Enfin, nous avons cherché à repérer s'il existe des modalités du travail plus spécifiques des étudiants en réussite et à identifier ce qui les favorise, aux niveaux institutionnel et relationnel.

SECTION 1 : LES PRINCIPAUX RÉSULTATS DE LA RECHERCHE

Que peut-on alors dire, arrivées au terme de cette recherche, pour répondre aux questions qui l'ont orientée ? L'analyse de l'ensemble des données quantitatives et qualitatives provenant des étudiants et professeurs (questionnaires, entretiens, échanges par mail et documents de cours) à travers les chapitres V à XIV nous permet de dégager plusieurs conclusions que nous présentons dans la suite. Nous identifions des facteurs qui influencent le travail personnel des étudiants assujettis aux diverses institutions considérées, tant au niveau des dispositifs d'encadrement de l'étude qu'à celui des relations sociales établies entre les individus. Par ailleurs, nous mettons en avant l'évolution du travail personnel des étudiants au cours de la première année de classe préparatoire. Enfin, nous distinguons les gestes d'étude qui caractérisent un travail personnel réussi en fin de prépa.

1. Les dispositifs d'encadrement de l'étude

Nous rappelons que nous avons cherché à approcher les pratiques des enseignants, en nous intéressant notamment aux dispositifs qu'ils mettent en place et à leur discours méta, à partir des informations recueillies grâce aux entretiens et questionnaires qui leur sont destinés. Ces derniers s'appuient sur et cherchent à expliquer les résultats des questionnaires étudiants et les divers échanges avec eux. Ainsi, nous devons préciser que nous avons peu d'éléments qui permettent de déterminer quelle est la proximité des propos des professeurs avec ce qui a effectivement eu lieu en classe, hormis ce que nous identifions pour L.D. et Z.H. grâce aux documents des étudiants analysés dans le chapitre

XIV et ce qui converge avec les déclarations de leurs étudiants dans certain cas. Cependant, nous notons une cohérence interne forte dans le discours de chaque professeur, notamment pour Z.H. et L.D.

Les professeurs H.C, Z.H. et L.D.¹⁰⁶ cherchent à mettre les étudiants au travail et à façonner leurs modalités d'étude à travers plusieurs dispositifs collectifs qu'ils instaurent pour la classe. De plus, ils suivent le travail de chaque étudiant individuellement en ayant recours à des dispositifs individualisés. Grâce à ces dispositifs, les professeurs développent et appliquent divers types de techniques d'empressement. Cette mise sous pression des étudiants a pour objectif d'assurer leur formation intellectuelle et leur réussite aux concours.

L'organisation et le déroulement du cours du professeur constituent le premier aspect de l'encadrement du travail des étudiants. Pendant l'explication du cours en classe, les professeurs essaient de retenir l'attention des étudiants en encourageant leur participation active dans l'élaboration du cours et en les incitant à poser des questions fréquemment. Le cours est complété et illustré par des exemples et exercices travaillés en classe ou à la maison puis corrigés en classe. En voie S, les séances de cours sont aussi l'occasion de continuer le travail entamé en TD lorsque cela est nécessaire. Ces séances particulières permettent aux étudiants de travailler des exercices au sein d'un groupe à effectif réduit, favorisant ainsi les échanges avec le professeur ainsi qu'avec les camarades. Nos professeurs ont tous recours à un polycopié qui constitue la base de l'explication du cours et qu'ils distribuent systématiquement ou occasionnellement aux étudiants. Selon le professeur, la promotion ou le chapitre, ce polycopié peut être complet ou abrégé, sachant que chaque professeur modifie son polycopié régulièrement afin de l'adapter au niveau des étudiants et à leurs capacités de suivi (concentration, compréhension et prise de notes). De même, le rythme du cours est ralenti ou accéléré en conséquence.

En plus du temps consacré en classe à l'explication du cours et la résolution et correction d'exercices, les professeurs se montrent toujours disponibles pour aider les étudiants en dehors de la classe. Ils sont prêts à répondre aux questions, fournir des explications et proposer du travail supplémentaire à ce qui en demandent, voire même corriger ce travail, sachant qu'ils disent donner suffisamment de travail (des fiches d'exercices régulières ainsi que des fiches supplémentaires dans certains cas avec leurs corrigés) et déconseillent le recours aux ressources complémentaires notamment par manque de temps. De plus, deux professeurs organisent des cours de soutien hebdomadaires (à B et D, dispensés par un autre professeur que celui de la classe), facultatifs ou obligatoires, afin de garantir que les étudiants reçoivent toute l'aide envisageable au sein de l'institution.

¹⁰⁶ Nous ne retenons pas les conclusions concernant F.M. en raison du peu d'informations que nous avons pu obtenir sur son cours et ses dispositifs.

Les professeurs encouragent les étudiants à travailler régulièrement, voire au quotidien si possible, afin d'apprendre le cours et de préparer les exercices donnés (pour les TD ou les séances normales). Les professeurs Z.H. et L.D. expliquent régulièrement aux étudiants la façon de procéder pour apprendre un cours de mathématique. Ils insistent sur l'importance d'une lecture active et réflexive suivie d'une restitution de tous les éléments importants du cours, de préférence par écrit. De plus, ils mettent en avant le rôle de la décontextualisation dans l'apprentissage mathématique. Ils soulignent autant l'importance des résultats qu'apportent les démonstrations que l'utilité de leurs éléments génériques de raisonnement, ainsi que les techniques utilisées dans l'élaboration des exercices (types), éléments que les étudiants doivent être capables d'acquérir et de réinvestir dans d'autres situations. Par ailleurs, Z.H. et L.D. insistent sur la nécessité de multiplier les essais face aux difficultés lors de la résolution d'un exercice jusqu'à la maîtrise. Ils encouragent les étudiants à éviter de limiter leur travail de (re)résolution à une simple lecture de la solution, en favorisant toujours une résolution par écrit qui permet une validation de l'apprentissage.

Nous pouvons faire référence à la notion « *d'aides constructives* » que proposent les professeurs aux étudiants concernant l'étude du cours, le travail autour des exercices et la décontextualisation dans les démonstrations et exercices, notamment lors de la préparation des DS mais aussi pour le travail ordinaire entre deux séances de mathématiques. En effet, à travers les discours des professeurs L.D. et Z.H., nous avons repéré plusieurs éléments d'aide communs aux deux professeurs, à des niveaux plus ou moins génériques, concernant des façons de travailler attendues des étudiants ainsi que des techniques (savoirs pratiques), qui « *peuvent contribuer à faire gagner des connaissances aux élèves en relation avec la tâche attendue* » (Robert et Vandebrouck, 2014, p.252). Ces éléments de discours sont intériorisés par plusieurs étudiants puisque nous les retrouvons explicitement dans les échanges avec eux, ce qui met ainsi en avant leur efficacité auprès de ces derniers. De plus, le discours de L.D. a la particularité de contenir de nombreux éléments technologiques, que nous repérons grâce à l'analyse des notes de cours de ses étudiants. Son discours lui permet d'accompagner ses étudiants dans l'étude du polycopié pendant la séance et de leur proposer des gestes d'étude d'un cours théorique. Nous pouvons considérer qu'il leur suggère ainsi des gestes d'étude qu'ils pourraient reprendre à leur compte pour étudier des cours de manière autonome. Mais nous n'avons aucune trace de manifestation concrète de ces suggestions dans les déclarations des étudiants sur leur travail, ce qui peut suggérer qu'ils n'aient pas conscience de cette dimension, sachant que nous ne pouvons pas savoir s'ils réinvestissent ce genre de pratiques puisque nous ne les avons pas regardés travailler en autonomie. De plus, nous n'avons pas d'indication que L.D. tiennent un discours qui explicite cette dimension puisqu'il ne nous en parle pas et nous n'en retrouvons pas trace dans les notes des étudiants.

Par ailleurs, afin de vérifier que les étudiants effectuent le travail demandé autour du cours et des exercices et d'identifier leurs lacunes et difficultés avant les évaluations notées, les professeurs ont recours à des techniques de contrôle individualisées informelles pendant les séances de cours et/ou de TD. Ils utilisent souvent des interrogations orales informelles concernant le cours en interpellant des étudiants aléatoirement ou en choisissant ceux qui bavardent ou décrochent. De plus, lorsque les étudiants travaillent les exercices en classe, les professeurs circulent parmi eux afin de voir ce que fait chacun, d'évaluer son niveau de compréhension et de l'aider en cas de besoin. Ensuite, les professeurs encouragent les étudiants à s'engager dans des discussions autour des solutions des exercices avant de les corriger eux-mêmes ou de solliciter un étudiant pour le faire. L.D. se distingue des deux autres professeurs par l'importance particulière qu'elle accorde à la préparation des exercices. Ainsi, il a recours aux passages périodiques au tableau, non notés mais très valorisés par lui et en conséquence par les étudiants, ainsi qu'au ramassage non annoncé du travail des étudiants lorsqu'il détecte un manque de préparation afin d'inciter ces derniers à maintenir un travail régulier.

Les professeurs disposent de plusieurs types de dispositifs, plus "formels" et institutionnalisés au niveau de l'institution globale CPGE, qui leur permettent d'évaluer le degré d'investissement et de compréhension des étudiants. Il s'agit d'abord des évaluations écrites de tous genres : brèves interrogations écrites portant sur le cours que les professeurs organisent surtout en début d'année afin de pousser les étudiants à apprendre leur cours mais dont ils ne réussissent pas à maintenir le rythme en cours d'année ; Devoirs Surveillés à un rythme moyen mensuel mais dont les objectifs et la forme varient selon la voie ; concours blancs bi ou tri-annuels cumulatifs et portant sur des épreuves de type concours ; interrogations de correction des Devoirs Surveillés chez L.D. que les étudiants apprécient largement puisqu'elles leur permettent de pallier leurs lacunes. À ces interrogations s'ajoutent les Devoirs Maison en général mensuels pour lesquels les professeurs encouragent le travail collaboratif. Enfin, les professeurs ont recours aux colles, un dispositif particulier spécifique des CPGE qui leur permet d'évaluer les étudiants de manière très personnalisée, habituellement sous le regard d'un professeur externe à la classe. L'organisation de ce dispositif n'est pas la même dans les deux voies pour les lycées concernés par notre étude, cependant les nombreux avantages cités par les professeurs et les étudiants convergent. Pour résumer l'essentiel, les colles imposent aux étudiants une régularité dans le travail et l'étude du cours, ce qui peut s'avérer stressant et fatigant pour plusieurs, mais cette pression s'avère bénéfique pour la majorité. De plus, les séances de colles s'apparentent à des cours particuliers durant lesquels les étudiants découvrent leurs lacunes, posent des questions, obtiennent des explications supplémentaires avec un nouveau point de vue et s'entraînent à travailler des exercices supplémentaires. En plus des divers aspects de l'apprentissage mathématique, ce dispositif se caractérise par ses apports en termes de savoir-faire (gestion de stress,

présentation orale, renforcement de la confiance en soi...) qui dépassent le cadre de la classe, voire même du lycée, ainsi que par un aspect relationnel que nous évoquons dans la suite. Ainsi, ce dispositif constitue « *un condensé de ce que les CPGE offrent de meilleur en termes de cadre de formation à leurs étudiants* » et est considéré par de nombreux professeurs comme étant « *le secret de la réussite de la scolarité en classe préparatoire* » (Daverne et Dutercq, 2013, p.182).

Nous pouvons donc conclure que les professeurs concernés par notre étude interviennent auprès de leurs étudiants pour apporter bien plus qu'une "aide à l'étude". Pour s'adapter aux besoins et au niveau d'une "nouvelle population" d'étudiants de CPGE, plus variée en termes de bagage académique ainsi que de milieu social, ils doivent redéfinir les modalités et dispositifs pédagogiques d'enseignement et adapter le niveau de leurs exigences, comme l'affirment Daverne et Dutercq : « *si quelques jeunes ont déjà de bonnes habitudes de travail quand ils intègrent les CPGE, aucun n'a encore la culture générale ni la confiance en soi suffisantes pour affronter les épreuves des concours, ce qui nécessite de la part des enseignants un grand engagement à leur égard et une attention constante à leur moral* » (ibidem, p.8). Ainsi, les professeurs participent activement à l'organisation didactique de l'étude autonome des étudiants grâce à leurs conseils et dispositifs qu'ils adaptent régulièrement en fonction des besoins et capacités de ces derniers. Les professeurs sont donc clairement engagés pour la réussite de leurs étudiants, ce qui est aussi reflété à travers la proximité des relations professeurs/étudiants que nous abordons ci-dessous. Par ailleurs, si l'utilisation des diverses techniques d'empressement varie selon les professeurs et les dispositions des étudiants, elles restent cependant redondantes d'un professeur à l'autre et d'une classe à l'autre, ce qui souligne leur généralité et continuité au sein de l'institution CPGE - filière EC dont ils deviennent une spécificité. En effet, nous retrouvons dans le discours des professeurs des éléments communs soulignant la cohérence des pratiques des équipes de professeurs par classe ainsi que la stabilité des pratiques au sein de chaque lycée, de chaque voie, voire de la filière EC. Ainsi, la cohérence des pratiques mise en évidence chez les différents professeurs de notre recherche converge avec celle qu'ont notée les recherches sociologiques de Darmon (2013), Daverne et Dutercq (2013) et Rauscher (2010). Ces résultats s'opposent point par point à ceux mis en avant par les diverses études que nous avons retenues concernant le fonctionnement et l'organisation des études à l'université, renforçant ainsi la différence qui existe entre les deux institutions.

2. Les relations sociales

Il existe plusieurs types de relations sociales qui se développent entre les différents acteurs de l'institution CPGE. Nous nous intéressons en particulier à celles qu'entretiennent les professeurs avec les étudiants, ainsi qu'à celles qui se tissent entre les

étudiants au sein de chaque classe. Nous conjecturons que ces relations contribuent à un travail personnel réussi.

En plus d'être engagés pour la réussite académique de leurs étudiants grâce à l'ensemble des dispositifs qu'ils mettent en place pour organiser et contrôler l'étude, les professeurs sont aussi soucieux de leur bien-être physique, social et psychologique. En effet, en reprenant les mots de Darmon (2013), les professeurs cherchent à obtenir une adhésion de la part des étudiants vis-à-vis de ce qu'ils leur demandent de faire, plutôt qu'une obéissance sur le travail, mais surtout à les faire travailler dans de bonnes conditions, en s'assurant qu'ils "vont bien". Ainsi, les relations professeur-étudiants révèlent un aspect humain dont le but est d'adoucir la violence préparatoire. Les professeurs s'intéressent aux étudiants comme des personnes qui peuvent être en souffrance. Ils apprennent à les connaître et se penchent sur les détails de leur vie hors-classe (santé, situation familiale, lieu d'hébergement...) qui peuvent avoir des conséquences sur leur performance. Ils cherchent à créer une ambiance saine et amicale au sein de leur classe, en rejetant toute forme de tension ou de compétition. Ils encouragent les plus faibles et les incitent au travail, félicitent les meilleurs et promeuvent la collaboration entre les étudiants pour le travail ainsi que pour le soutien moral. Certes, on pourrait voir dans les différentes déclarations des professeurs sur cette dimension un souci de défendre leur institution, en particulier contre certaines accusations portant sur la pression (voire l'oppression) exercée sur les étudiants, un souci également de donner de leurs pratiques personnelles une image humaine valorisante. Néanmoins, ce qui nous permet d'attribuer une crédibilité à ces propos est la convergence avec les autres travaux sur les CPGE dans lesquels les professeurs insistent sur la nécessité de préserver la dimension humaine, notamment pour ne pas perdre des étudiants en cours d'année (injonctions politiques de Darmon, 2013). De plus, les colles dans cette filière se distinguent par leur dimension relationnelle majoritairement évoquée par les étudiants ainsi que les colleurs, qui permet d'atténuer le stress et de rassurer les étudiants afin de maximiser leur apprentissage. En effet, malgré la différence de forme entre les deux voies, les colles en voie S et en voie T favorisent l'établissement d'un rapport particulier entre le colleur et les étudiants qui permet un dialogue libre et apporte un soutien moral à ces derniers.

Par ailleurs, une solidarité naît entre les étudiants de chaque classe, promue par les professeurs, qui se manifeste autant sous forme d'un travail collaboratif académique qu'une entraide collective et un soutien moral qui s'étendent à tous les aspects du quotidien des étudiants. Se forment alors des tribus d'étudiants qui s'allient pour surmonter collectivement les difficultés de la vie préparatoire dans le sens des attentes institutionnelles. Mais, certains étudiants forment par contre des contre-tribus : ne réussissant pas à s'adapter aux exigences de la prépa, ils finissent par se rapprocher pour lutter ensemble contre l'échec. Nous conjecturons qu'ils se confortent entre eux sur une

forme de travail qui n'est pas conforme aux normes, mais à laquelle ils peuvent se tenir parce qu'ils sont plusieurs à l'appliquer, sachant qu'elle s'avère généralement inefficace. Quoiqu'il en soit, nous conjecturons que la solidarité est une particularité de l'institution des classes préparatoires filière EC, notamment en comparaison avec l'université. Elle est valorisée par les étudiants et encouragée par les professeurs, ce qui ne correspond pas au stéréotype mettant en avant la concurrence entre les étudiants de cette institution.

3. L'évolution du travail personnel

À travers l'analyse des items du questionnaire, nous avons identifié plusieurs évolutions significatives entre le début et la fin de l'année préparatoire sur les deux promotions concernées par notre étude. Dans ce qui suit, nous décrivons les gestes d'études qui ont évolué entre la fin de la Terminale et la fin de la première année préparatoire pour l'ensemble des étudiants de notre recherche, ainsi que les évolutions qui concernent les étudiants d'une seule voie.

Les interactions avec les autres

Pour ce premier aspect, nous notons des évolutions significatives uniquement pour les étudiants de voie T. En fin d'année de classe préparatoire, ces derniers sont moins nombreux qu'en Terminale à travailler chez eux et plus nombreux à travailler dans l'établissement ou chez des amis. Il s'agit particulièrement des étudiants marocains, ce que nous attribuons surtout à leur culture ainsi qu'à leur lieu d'hébergement qui favorise les interactions. Par ailleurs, les étudiants de voie T sont moins nombreux qu'en Terminale à s'engager dans des discussions autour du cours ou des exercices avec leurs camarades entre deux cours de mathématiques, notamment les non marocains. Cela est en partie corrélé avec la baisse du taux de ceux qui travaillent en groupe et le fait que ces derniers travaillent très rarement chez des amis.

Les problèmes en général

En fin de première année préparatoire, les étudiants sur l'ensemble sont plus nombreux qu'en Terminale à rencontrer des problèmes en travaillant en général. En effet, plus d'étudiants ont du mal à organiser efficacement leur temps et à se mettre au travail lorsqu'il le faut, surtout le soir et après les cours. Ils sont aussi plus nombreux à trouver qu'il y a trop d'interrogations et à ne pas avoir le temps de se préparer comme il faut, notamment en voie T. En outre, plus d'étudiants de voie T reportent leur travail et se trouvent débordés. Le fait que ces problèmes s'aggravent s'explique par les exigences et la quantité de travail demandée en prépa qui s'accroissent nettement par rapport au lycée, notamment en voie T où la transition lycée-prépa est plus brusque qu'en voie S et par conséquent plus problématique pour les étudiants.

Les difficultés en classe

Les difficultés de suivi pendant le cours touchent plus d'étudiants en fin de prépa qu'en Terminale. Le taux de ceux qui trouvent le rythme du cours rapide et à ont du mal à suivre augmente au fil de la prépa. Cette difficulté est très marquée en voie T où la distraction devient aussi plus répandue, contribuant au décrochage de nombreux étudiants et impactant leur compréhension et donc leur capacité à suivre. Les étudiants sont moins nombreux qu'en Terminale à poser une question au professeur lorsqu'ils ne comprennent pas, ce que nous attribuons en grande partie aux difficultés de suivi.

L'organisation du travail et des révisions

Les étudiants qui révisent leur cours et travaillent assidûment deviennent plus nombreux en fin de prépa qu'en fin de Terminale, tandis que moins d'étudiants travaillent uniquement à l'approche des contrôles ou seulement quand ils en ont envie. La surcharge de travail demandée pour les différentes disciplines ainsi que les échéances en prépa forcent les étudiants à travailler plus régulièrement, surtout en voie S où les colles de mathématiques qui ont lieu toutes les deux semaines exigent un apprentissage profond et régulier du cours. De même, les étudiants qui anticipent les révisions d'un DS sont plus nombreux, sans doute en raison du volume des préparations requises en mathématiques qui excède celui de Terminale.

Le travail entre deux cours

Sur l'ensemble, moins d'étudiants qu'en Terminale cherchent les exercices donnés par le professeur avant leur correction en classe et terminent les exercices non finis en classe. Ainsi, le travail non effectué autour des exercices entre deux cours reflète d'une part le peu d'importance accordée par certains professeurs au travail donné et le fait qu'ils ne contrôlent pas s'il a été effectué, d'autre part la surcharge des étudiants et leurs problèmes de gestion du temps qui les empêchent d'accomplir tout le travail demandé.

Les ressources

Les étudiants qui sont satisfaits du cours de leur professeur, le trouvant complet et suffisant pour leur réussite sont plus nombreux qu'en Terminale. Il en est de même pour ceux qui étudient les commentaires du professeur sur leurs devoirs. Cette évolution met en avant la qualité et la complétude des ressources que les professeurs mettent à disposition des étudiants qui les apprécient sans toutefois s'empêcher de chercher des ressources complémentaires pour certains.

La façon de travailler le cours avant un Devoir Surveillé

Les étudiants en fin de première année de prépa sont moins nombreux qu'en fin de Terminale à travailler seulement les exercices sans revenir sur le cours lors de la préparation d'un DS. En outre, ils sont plus nombreux à vérifier qu'ils connaissent les

définitions et théorèmes, surtout en voie S. Il est donc possible de dire que le cours en prépa occupe une place plus importante dans les révisions d'un DS qu'en Terminale.

Par ailleurs, moins d'étudiants travaillent les démonstrations avant un DS, ce qui peut s'expliquer en partie par le fait que les étudiants de voie S étudient les démonstrations pour les colles. Cependant, les professeurs attribuent cette baisse au rapport problématique qu'entretiennent les étudiants avec les démonstrations, les empêchant de se rendre compte de leur importance dans l'apprentissage des mathématiques, et ce bien qu'au moins deux de ces professeurs insistent sur les divers apports des démonstrations.

Les exercices travaillés pour un Devoir Surveillé

Enfin, pour les catégories d'exercices travaillés pour un DS, les étudiants dans l'ensemble sont plus nombreux à travailler les exercices les plus simples ainsi que ceux qu'ils ont déjà cherchés et trouvés, mais moins les exercices longs. Les étudiants semblent faire un choix stratégique en termes de temps notamment, en privilégiant les exercices qu'ils peuvent travailler le plus vite et en rencontrant le moins de complications possibles.

Les styles de travail

Enfin, nous constatons que les étudiants de voie S sont plus nombreux qu'en Terminale à dire qu'ils essaient souvent ou toujours de dégager des idées à retenir (exemples, méthodes et astuces - du cours et/ou des exercices) lors des révisions d'un DS, contrairement à ceux de voie T (en nous appuyant uniquement sur les données de la promotion 2012-2013 pour cet item). Ce résultat converge avec nos résultats concernant ce que les étudiants en fin de prépa trouvent le plus important pour réussir en mathématiques lorsqu'ils travaillent les exercices. En effet, les étudiants de voie S sont majoritaires et plus nombreux qu'en Terminale à dire qu'il s'agit de savoir repérer des exercices types et des méthodes de résolution, tandis que ceux de voie T continuent majoritairement à privilégier le fait de savoir refaire les exercices donnés par le professeur. Nous postulons alors que les premiers s'orientent vers un style de travail de *Transfert* tandis que les seconds adoptent un style de travail de *Reproduction* (Castela, 2004, 2011). Nous attribuons cela aux dispositifs des professeurs de chaque voie qui façonnent les choix des étudiants. Les professeurs de voie S insistent sur l'importance de la décontextualisation et la nécessité de l'apprentissage de techniques et raisonnements à partir des démonstrations et des exercices, mettant ainsi en avant les connaissances pratiques. A contrario, le professeur de voie T se voit obligé d'adapter son discours et ses pratiques aux besoins et capacités de ses étudiants, il privilégie alors en premier lieu la maîtrise de la résolution en soi.

4. Les gestes d'étude des bons étudiants

Presque tous les étudiants admis en première année de prépa dans les trois lycées concernés par notre étude ont à l'entrée un niveau en mathématiques que nous considérons bon ou moyen, sachant que plus de 80% ont une moyenne en mathématiques supérieure à 10/20. Toutefois, plus de 60% des étudiants en fin d'année de prépa ont une moyenne en mathématiques inférieure à 8/20. En effet, uniquement quelques étudiants (24 parmi les 179 concernés) finissent l'année avec ce que nous avons choisi de distinguer comme un bon niveau. Il s'agit d'étudiants ayant une moyenne en mathématiques supérieure ou égale à 13/20 ; ce sont donc en réalité les quelques meilleurs ou les têtes de classe, comme nous l'avons déjà expliqué, et qui se distinguent donc nettement des autres. Parmi les 24 étudiants qui sont bons en fin d'année, 5 étaient faibles ou moyens à l'entrée et ont réussi à s'améliorer en cours d'année pour atteindre un bon niveau, les 19 autres ont réussi à maintenir leur bon niveau tout au long de l'année. Pour les 155 autres étudiants, aucun ne réussit à améliorer son niveau en cours d'année. En effet, quelques uns maintiennent leur niveau moyen, tandis que la majorité régresse d'un niveau bon ou moyen pour se retrouver dans les catégories "moyen" ou "faible" en fin d'année. Nous postulons donc que ce sont les étudiants qui ont adapté leurs méthodes de travail en cours d'année en faisant certains choix qui réussissent en fin d'année, indépendamment de leur niveau de départ, sachant qu'ils sont majoritairement bons au départ. En effet, comme l'avancent Daverne et Dutercq (2013), « *être bon élève et continuer à l'être tout au long de la formation suppose de faire des bons choix, de même que ces choix sont étroitement articulés à la condition de bon élève* » (p.67). Ainsi, nous cherchons à déterminer les gestes d'étude en mathématiques que réalisent les étudiants en réussite en fin d'année par comparaison avec ceux qui échouent. Nous nous intéressons particulièrement au mode de travail des étudiants que nous avons désignés de "bons".

Dans ce qui suit, nous décrivons les principaux gestes d'études communs aux bons étudiants de CPGE filière EC des deux voies S et T en fin d'année qui les opposent à ceux des faibles. De plus, nous nous attardons sur le cas des bons étudiants de voie T, en distinguant les gestes d'études auxquels ils ont recours en plus de ceux qu'ils partagent avec les bons étudiants de voie S. Ces étudiants majoritairement marocains (tous sauf un) semblent avoir un mode de travail réussi très particulier. Nous conjecturons que le décalage spectaculaire avec leurs camarades non marocains, presque tous faibles en fin d'année, est essentiellement dû à leur niveau initial plus élevé, à leur formation antérieure et à la préparation rigoureuse dans leur lycée d'origine, à quoi s'ajoute une orientation sélective vers les filières de l'enseignement supérieur. De plus, nous attribuons plusieurs résultats dans la suite à une dimension culturelle qui semble influencer significativement l'attitude de ces étudiants ainsi que leur travail. En effet, nous avançons que la valorisation des mathématiques comme discipline et de l'obstination dans le travail dans la culture familiale de ses étudiants, à laquelle s'ajoutent certaines spécificités de la

culture marocaine, pousse ces étudiants à persévérer face aux obstacles et à chercher à exploiter toutes les ressources possibles pour apprendre. Leur professeur nous explique que ces étudiants sont venus en France pour intégrer les meilleures écoles de commerce, comme l'ont fait leurs prédécesseurs auparavant. Ils sont déterminés à réussir et feront tout le nécessaire pour y arriver. Cette attitude, ainsi que les résultats des concours et admissions, font que ce professeur insiste à recruter tous les ans des étudiants qui viennent de ce lycée marocain, malgré l'objection de certains de ses collègues.

Les problèmes en général

Les bons étudiants des deux voies sont moins nombreux que les faibles à trouver qu'il y a trop d'interrogations et à avoir du mal à se préparer comme il faut. Ils sont capables de bien gérer leurs préparations pour les interrogations (toutes les épreuves écrites), sans être gênés par la fréquence de ces dernières. Par ailleurs, nous ne notons pas de distinction entre les bons et les faibles ni pour les autres problèmes de travail (difficultés d'organisation du temps, report du travail, mise au travail et concentration lors du travail) ni pour l'organisation du travail ordinaire et des révisions d'un DS. Nous pouvons donc penser que les bons étudiants surmontent les contraintes temporelles et s'adaptent au rythme des interrogations grâce à leur niveau et leurs compétences en mathématiques, sans nécessairement se distinguer par leur aptitude au travail ou leurs capacités de gestion du temps.

Cependant, les bons étudiants de voie T assidus quant au travail ordinaire sont légèrement plus nombreux que les faibles de cette voie. Nous notons aussi une faible différence pour ceux qui entament les révisions d'un DS plus en avance. De plus, les bons étudiants de voie T, tous marocains sauf un, sont nettement plus nombreux que les faibles à avoir recours à un plan de travail détaillé pour s'organiser, une habitude qui n'est pas particulièrement encouragée par leur professeur mais qu'ils semblent avoir acquise depuis le lycée. Cette organisation et régularité du travail, à laquelle s'ajoutent les spécificités signalées plus haut du groupe marocain, permettent à ces étudiants d'atténuer le choc de la transition lycée-prépa dont souffrent largement les autres étudiants de voie T, notamment pour le rythme et la quantité de travail exigé.

Les difficultés en classe et la prise de notes

Les bons étudiants des deux voies sont moins nombreux que les faibles à rencontrer des difficultés pendant le cours en classe. En effet, ils sont nettement moins nombreux à trouver le rythme du cours rapide et à ne pas pouvoir suivre ainsi qu'à être distraits pensant à autre chose que le cours ou parlant avec leurs voisins. Par ailleurs, ils sont largement plus nombreux à poser des questions au professeur lorsqu'ils ne comprennent pas quelque chose. Nous conjecturons que ces deux phénomènes sont liés par une double relation de causalité, le premier impliquant le second et vice versa. De plus, nous avançons que le comportement des étudiants en classe est autant une cause qu'une

conséquence de leur niveau. Ces étudiants étant capables de suivre peuvent poser des questions au professeur lorsqu'ils ne comprennent pas et leur statut de bons étudiants les autorise de le faire. Réciproquement, les explications qu'ils obtiennent les aident à mieux comprendre le cours, ce qui leur permet de ne pas décrocher et sans doute de maintenir un bon niveau.

Par ailleurs, contrairement aux faibles de voie S, les bons étudiants de cette voie sont peu nombreux à prendre note des commentaires oraux du professeur. Ces derniers semblent suivre les conseils de leurs professeurs qui exigent une forte concentration sur l'explication du cours. En effet, les professeurs de voie S insistent sur le fait qu'ils écrivent tout ce qui est important et donc que les étudiants peuvent et doivent se concentrer sur l'écoute des commentaires oraux, sans chercher en même temps à les noter. A contrario, les bons étudiants de voie T se distinguent des étudiants faibles de cette voie en étant plus nombreux à prendre note des commentaires oraux du professeur. Ils sont aussi nettement plus nombreux à ajouter des signes et commentaires personnels et à indiquer les points incompris. Il semble donc que ces étudiants se permettent une certaine distance par rapport au cours écrit du professeur (au tableau et/ou dans le polycopié) qu'ils enrichissent grâce aux commentaires oraux de ce dernier ainsi qu'à leurs propres apports. De plus, ils sont engagés dans un travail de compréhension pendant le cours. Nous conjecturons que les bons étudiants de voie T ont développé certaines aptitudes de prises de notes depuis le lycée leur permettant de gérer plusieurs tâches simultanément et sans distraction, en suivant le cours dont le rythme ne leur pose pas problème. En outre, leur niveau en mathématiques favorise sans doute la coordination des diverses tâches.

Les interactions avec les autres

Sur l'ensemble, les bons étudiants qui s'isolent complètement dans leur travail pour les mathématiques sont peu nombreux, contrairement aux étudiants faibles des deux voies dont certains se replient sur eux-mêmes et renoncent aux interactions, ayant sans doute perdu espoir et abandonné les mathématiques. Cependant, les bons étudiants de voie S ne s'engagent pas dans le même type d'interactions que ceux de voie T. En effet, ces derniers sont nombreux à travailler en groupe et chez des amis, à discuter du cours avec leurs camarades entre deux séances et à demander l'aide d'autres personnes (parent, professeur particulier, amis...) en cas de difficulté en plus de poser des questions au professeur en classe. Ils semblent donc favorables à toute interaction qui peut leur être utile, en classe et en dehors de la classe. Selon leur professeur et leurs camarades, ces étudiants sont en effet très demandeurs et preneurs de réponses et d'informations, ils tiennent à tout comprendre et ne laissent rien passer. Par ailleurs, les bons étudiants de voie S favorisent surtout les interactions avec le professeur, ils sont nombreux à lui poser des questions en classe, mais ils sont très peu nombreux à s'engager dans des discussions de cours avec leurs camarades entre deux séances de mathématiques ou à se faire aider

par d'autres personnes en dehors de la classe. De plus, ces étudiants sont moins nombreux que tous les autres des deux voies à trouver que l'entraide avec les camarades est aussi déterminante pour la réussite que leur travail personnel. Nous conjecturons que ces étudiants se sentent moins mis en danger par l'institution, grâce à leurs résultats, et n'ont en conséquence pas vraiment besoin de s'engager dans des interactions externes à l'institution classe créée par leur professeur.

Le travail entre deux cours

Les bons étudiants des deux voies sont nettement plus nombreux que les faibles à revenir sur les points du cours qu'ils n'ont pas bien compris. Il peut s'agir de points incompris qu'ils ont identifiés pendant la séance en classe ou a posteriori en travaillant leur cours. Nous pouvons proposer une double explication à cela : grâce à leur niveau, les compétences et les connaissances mathématiques de ces bons étudiants leur permettent de mieux repérer les points qui leur posent problème ; en même temps, en revenant régulièrement sur les points incompris, ces étudiants sont capables de maintenir leur bon niveau, comme nous l'avons déjà dit.

Quant aux exercices, les bons étudiants sont plus nombreux à chercher les exercices donnés pour la fois suivante par le professeur avant leur correction en classe et à terminer les exercices non finis en classe. Pour ces deux pratiques, il s'agit surtout de bons étudiants de voie T. De plus, pour la préparation des colles, les bons étudiants des deux voies sont nettement moins nombreux que les faibles à refaire les exercices corrigés en classe. Nous postulons que cela est en rapport avec le fait qu'ils sont relativement nombreux à avoir déjà préparé ces exercices avant leur correction. Nous pouvons aussi penser que ces étudiants sont capables de tirer les éléments à retenir des exercices pendant la correction en classe. Dans les deux cas, ils ne sentent pas le besoin de les refaire pour la colle.

Les ressources

Les bons étudiants de voie T sont plus nombreux que les faibles à faire des fiches et à y insérer des éléments qui viennent des exercices, mais ce n'est pas le cas des bons étudiants de voie S. Nous pouvons penser que les premiers ont pris cette habitude au lycée et l'ont conservée, étant donné que leur professeur ne semble pas accorder une importance particulière à cette pratique. Quant aux seconds, ils n'y voient sans doute pas un intérêt étant donné que leurs professeurs n'encouragent pas cette pratique (hormis le fait de « *ficher* » les exercices classiques à K). En outre, les bons étudiants sont nombreux à constituer leurs fiches en réécrivant ce qui leur semble important à retenir plutôt qu'en sélectionnant des éléments qu'ils recopient, stratégie favorisée par les faibles. Ils sont capables de reformuler avec leurs propres mots ce qu'ils choisissent de retenir. De plus, les bons étudiants de voie T sont nettement plus nombreux que les faibles partout à procéder en réorganisant des éléments du cours et/ou des exercices. Nous postulons que

la réorganisation est plus accessible aux bons étudiants qu'aux faibles grâce à leur niveau de compréhension en mathématiques.

Par ailleurs, les bons étudiants sont plus nombreux que les faibles à trouver le cours du professeur complet et suffisant pour leur réussite (en particulier les bons de voie T) et à étudier ses commentaires sur leurs copies de devoirs (en particulier les bons de voie S). Il semble donc que les bons étudiants valorisent particulièrement les ressources provenant du professeur, sachant que nous ne notons pas de différences entre les étudiants de différents niveaux pour le recours aux sources d'informations complémentaires, pratique moyennement répandue.

La façon de travailler le cours avant un Devoir Surveillé

Pour la façon de travailler le cours lors des révisions d'un DS, nos résultats suggèrent que les bons étudiants vont plus loin que les faibles dans l'étude des divers éléments d'un cours. En effet, les bons étudiants dans l'ensemble sont plus nombreux que les faibles à vérifier qu'ils connaissent les formules et leurs conditions d'applications. Ils sont aussi nettement plus nombreux à vérifier qu'ils connaissent par cœur les définitions et théorèmes, qu'ils semblent considérer aussi indispensables que les formules pour la réussite aux DS, ce qui n'est pas le cas des faibles. De plus, les bons étudiants sont largement plus nombreux à lire les démonstrations en essayant de les comprendre ainsi qu'à essayer de les refaire, sachant que cette deuxième pratique est moins répandue que la première. Nous postulons alors qu'il est certainement possible d'avoir une lecture vraiment active des démonstrations qui conduit à repérer et apprendre les éléments importants, sans nécessairement devoir les refaire. Ces éléments peuvent autant être le résultat de la démonstration que la technique utilisée pour obtenir le résultat. Nous conjecturons que cette étude approfondie du cours est au moins en partie une raison de la réussite des bons étudiants.

Les exercices travaillés pour un Devoir Surveillé

Pour les exercices, contrairement aux étudiants faibles, les bons étudiants des deux voies sont nettement plus nombreux à travailler les exercices longs et nettement moins nombreux à travailler les plus simples. Ce choix semble s'expliquer par leur capacité à s'attarder sur des exercices qui nécessitent de la patience, de l'effort et de la concentration. De plus, ils trouvent sans doute plus d'éléments intéressants et utiles à apprendre dans les exercices longs que dans les simples, faisant ainsi un choix stratégique en termes de rendement au niveau de l'apprentissage. Ils sont aussi plus nombreux à travailler les exercices qui leur ont posé problème, mais ne cherchent pas d'exercices supplémentaires, suivant ainsi les conseils de leurs professeurs.

En plus de ce qui précède, les bons étudiants de voie T sont nettement plus nombreux que les faibles à travailler tous les exercices et à commencer d'abord par étudier ce qu'ils

ont trouvé le plus difficile dans le cours. Nous rappelons que ces étudiants sont aussi nettement plus nombreux à indiquer les points incompris pendant le cours et à revenir sur les points mal compris entre deux cours. Ces étudiants semblent donc accorder une importance particulière aux notions qui leur posent des difficultés, dans le cours ainsi que dans les exercices, ce qui les distingue des autres étudiants de leur voie. Nous conjecturons que l'intérêt qu'ils portent aux notions difficiles et le fait de les retravailler influencent leurs performances de façon décisive.

Enfin, pour les exercices non-basiques déjà corrigés en classe, les bons étudiants des deux voies sont majoritaires à choisir la résolution par écrit, sachant qu'un nombre non-négligeable travaille aussi par résolution mentale. Cette dernière stratégie semble fonctionner pour les bons mais pas pour les faibles. Nous pensons que les bons étudiants sont capables de dégager des idées à retenir sans nécessairement passer par le fait de refaire les exercices par écrit. De plus, il s'agit sans doute pour une partie au moins d'exercices qu'ils ont déjà cherchés avant les révisions d'un DS. Ils ont donc été confrontés aux difficultés une première fois et peuvent se contenter de parcourir ces exercices en les résolvant mentalement.

Les conseils des étudiants

À travers nos divers échanges avec les étudiants (discussions informelles, entretiens et mails), nous avons pu établir une liste de conseils que les étudiants en fin de première année donneraient à leurs successeurs entrant en classe prépa concernant le travail à faire pour réussir les mathématiques. Les conseils concernent des stratégies de travail « *d'ordre cognitif (apprendre à apprendre), métacognitif (s'autoréguler), affectif (se motiver) et pratique (gérer son temps)* » (Boulet, Savoie-Zajc et Chevier, 1996 cités dans Daverne et Dutercq, 2013, p.91).

Les conseils qui reviennent le plus souvent dans les propos des étudiants concernent l'apprentissage du cours et la résolution des exercices : toujours apprendre son cours « *sur le bout des doigts* » et de façon régulière, de préférence après chaque séance de mathématiques, au moins le relire pour le comprendre et identifier les lacunes ; refaire les exercices vus en cours pour cerner les lacunes et pour assimiler les méthodes, à la suite des séances ainsi qu'en révisant pour un DS, « *avec le temps, je me suis rendu compte que les Maths, c'est 90% des répétitions, pour à terme savoir ce que l'on doit faire pour chaque question. C'est un peu un travail de machine, mais ça en vaut vraiment la peine !* » ; faire les exercices d'application demandés pour apprendre le cours et s'entraîner, « *faire cinq exercices par soir en moyenne* » ; travailler des exercices type-concours et chercher de nouveaux exercices dans des annales ; faire des fiches de cours avec les formules et les définitions ; s'assurer de ne pas avoir des lacunes dans le cours du lycée pour avoir des bases solides et surtout bien connaître le cours de Terminale, garder le cours de Terminale qui peut être utile pour réviser certaines notions.

Nous trouvons aussi des conseils fréquents qui mettent en avant le travail assidu et régulier en classe et chez soi ainsi que l'importance de développer des compétences de gestion de temps : suivre en cours, écouter et être attentif, prendre notes, *« c'est 50% du travail et donc moins de travail chez soi »*, se mettre au premier rang pour mieux entendre le professeur et bien choisir ses voisins de classe pour éviter la distraction ; se mettre au travail dès le premier jour de l'année pour ne pas cumuler de retard et travailler régulièrement pour éviter d'être débordé, ne rien remettre au lendemain, *« l'organisation liée à la façon de travailler, car qu'importe la quantité d'heures passées à réviser, si ce n'est pas fait de façon régulière et dynamique, le travail est beaucoup moins efficace et les notes en pâtissent »* ; faire un planning de travail pour être organisé et bien répartir le travail.

En plus des nombreux conseils qui portent sur les aspects académiques et les façons de travailler, les étudiants insistent sur l'importance du bien-être physique et moral, ainsi que le rôle des relations sociales avec le professeur et les camarades : bien dormir, *« au moins six heures chaque nuit »*, surtout avant les contrôles mais aussi pour pouvoir bien suivre pendant les cours et toujours être à l'heure ; laisser un peu de temps pour une activité extrascolaire, *« il faut se faire plaisir et vivre, et il faut faire des pauses en travaillant »*, *« votre cerveau ne peut pas être à 100% pendant des heures et des heures, si vous ne comprenez rien, ça ne sert à rien de s'acharner, parfois pour comprendre les choses il faut seulement du temps, alors ça ne sert à rien de stresser ou de déprimer, faites une pause et revenez-y plus tard et ça rentrera tout seul ; ne pas se laisser décourager par les mauvaises notes, la fatigue et le stress, ne pas céder à la pression psychologique et au doute, ne pas paniquer, « il faut continuer, les progrès viennent à force de travailler »* ; ne pas hésiter à demander l'aide aux autres et surtout poser des questions au professeur si on ne comprend pas, ne jamais sortir du cours avec des lacunes, ne pas laisser les difficultés en suspens ; s'entraider, travailler en groupe, échanger avec les camarades de classe et les élèves de deuxième année, lorsque possible bien choisir son groupe de colle.

Pour conclure, nous signalons que les conseils des étudiants semblent dégager les gestes d'études observés chez les bons étudiants en fin de prépa que nous avons décrits ci-avant, notamment les bons marocains. Nous notons aussi une convergence avec les gestes d'études mis en évidence dans les travaux de référence comme étant caractéristiques de la réussite. De plus, ces conseils reflètent le discours et les conseils des professeurs. Ceci indique que tous les étudiants avec qui nous avons échangé semblent être conscients au moins d'une partie des gestes nécessaires pour la réussite, ils ont intériorisé le discours de leurs professeurs, sachant qu'ils ne sont pas nécessairement tous bons en mathématiques à la fin de l'année.

SECTION 2 : LIMITES ET PERSPECTIVES

1. Limites de la thèse

Pour ce qui est des limites de ce travail, elles sont surtout d'ordre méthodologique. En effet, nous avons signalé dans le chapitre IV plusieurs obstacles auxquels nous avons fait face tout au long de cette recherche, qui ont en partie mené à la reformulation de notre problématique de départ et par conséquent à l'adaptation de notre méthodologie. De plus, nous avons été obligées de poursuivre certains aspects de notre étude en nous appuyant sur des outils méthodologiques qui présentent des faiblesses, sans qu'ils ne soient toutefois susceptibles de grever de manière rédhibitoire les résultats que nous avons pu produire.

En premier lieu, notre outil méthodologique principal, le questionnaire destiné aux étudiants, présente plusieurs points faibles que nous avons identifiés a posteriori, au moment du traitement des données, et qui se reflètent à travers le dépouillement statistique ainsi que les résultats obtenus. Le plus problématique est sans doute la différence qui existe entre le questionnaire DEB11-12 et les autres versions du questionnaire (FIN11-12, DEB12-13 et FIN12-13) en termes de contenu ainsi qu'au niveau du moment de passation. Comme nous l'avons évoqué, il aurait fallu supprimer les données collectées pour la promotion 2011-2012 de notre étude et reconduire l'enquête pendant une année supplémentaire en utilisant le même questionnaire tout au long, pour plus de cohérence. Cela n'était néanmoins pas possible étant données les contraintes temporelles et pratiques d'un travail de thèse.

Par ailleurs, le choix du public de l'étude a été contraint par plusieurs facteurs d'ordre pratique et surtout par le silence des professeurs sollicités. En effet, nous avons dû consacrer un temps significatif à la recherche de professeurs qui seraient prêts à collaborer et à nous admettre dans leurs classes, or uniquement quelques uns ont réagi face à notre demande. En conséquence, nous avons été limitées à une comparaison entre deux voies au lieu trois de la filière EC, avec des classes qui ne se situent pas dans un même lycée, à quoi s'ajoute un changement de professeur entre les deux promotions de l'étude pour une classe, multipliant ainsi les facteurs à prendre en compte dans l'interprétation des données.

En outre, pour la voie T, l'étude est moins approfondie que pour la voie S, d'abord parce que nous n'avions pu avoir accès qu'à un seul lycée de cette voie et ensuite en raison de la coexistence de deux groupes très différents, voire conflictuels, au sein de ce lycée. En effet, comme le suggèrent nos résultats, la présence des marocains à B ne crée pas forcément les conditions d'une efficacité maximale pour les étudiants français. Nous

avançons en effet prudemment l'hypothèse suivante : la faiblesse de leur niveau initial met en difficulté les étudiants français, mais, contrairement à ce qui peut-être se passe dans d'autres classes de la voie T, la présence dans la classe d'un groupe d'étudiants n'éprouvant pas du tout le même genre de problèmes fait obstacle à ce que se constitue une dynamique commune positive. Il est possible que cet effet soit renforcé par l'origine maghrébine d'une proportion non négligeable des étudiants français, ceux-ci éprouvant un sentiment d'injustice qui crée une opposition entre les deux populations.

Une autre limite de notre étude concerne toujours les étudiants et réduit les données provenant de ces derniers à des déclarations. En effet, les questionnaires, entretiens et échanges par mail avec les étudiants nous informent sur leurs perceptions concernant leurs pratiques plutôt que sur les pratiques elles-mêmes. Malgré nos diverses tentatives pour accéder au travail effectif des étudiants, nous n'avons pas réussi à observer des élèves en étude.

Du côté des enseignants, une limite évidente est que nous n'avons pas analysé des séances effectives de cours pour les professeurs ou de colles pour les colleurs afin de valider les informations obtenues à travers les divers échanges avec ces derniers concernant leurs pratiques, discours et dispositifs. Nous ne cherchions en effet à approcher les pratiques des professeurs que pour éclairer les résultats du questionnaire étudiant.

2. Perspectives de recherche

Dans le prolongement de ce travail, il est possible d'envisager de reprendre certains aspects de l'étude en adaptant la méthodologie afin de dépasser les limites que nous venons de soulever.

Pour le traitement des données quantitatives des questionnaires des étudiants, nous pouvons envisager d'approfondir l'analyse statistique en ayant recours à des méthodes plus complexes telles que les méthodes descriptives d'analyse qualitative multivariée ou l'analyse implicative.

Concernant le choix du public, il serait souhaitable de reprendre l'étude avec des étudiants des trois voies de la filière EC (S, T et ES), scolarisés dans le même lycée, et pour deux promotions encadrées par le même professeur de mathématiques, afin de réduire les facteurs à prendre en compte dans l'interprétation des données. De plus, il faudrait certainement reprendre l'étude de la voie T dans (au moins) deux classes ayant un public plus homogène afin d'explorer de plus près les dispositifs de mise à l'étude qui bénéficient aux élèves de cette voie, majoritairement issus d'origine populaire, comme nous l'avons fait pour la voie S.

Par ailleurs, il serait envisageable de compléter notre étude en approchant de plus près le travail des étudiants par des outils méthodologiques qui permettraient d'aller au-delà du déclaratif. Nous pouvons avoir recours aux épisodes biographiques, comme le fait Mario (2012) pour sa thèse, pour observer et filmer des étudiants qui cherchent seuls des problèmes mathématiques. De plus, si nous souhaitons approcher les gestes d'étude-apprentissage des très bons étudiants afin de déterminer ce qui favorise leur réussite, il faudrait aller plutôt dans la filière MP, où nous trouvons des étudiants avec de meilleurs résultats en mathématiques.

Enfin, ce que nous avons pu identifier à travers nos analyses autour des pratiques des professeurs souligne l'intérêt qu'il peut y avoir à les étudier *in vivo*. En particulier, il serait intéressant de prendre comme objet spécifique de travail le processus d'étude du cours, point que nous voulions regarder chez les étudiants, en particulier les bons, mais sur lequel nous n'avons pas pu avancer sauf chez L.D et uniquement du côté de gestes d'étude proposés par le professeur. De plus, il semblerait très intéressant d'étudier des séances de colles, en utilisant la méthodologie et le grain très fin proposés par Robert et Vandebrouck (2014), en nous focalisant sur les pratiques des colleurs ainsi que le travail des étudiants.

Pour terminer, nous devons signaler que malgré le fait que nous ne sommes pas parvenues à dépasser le déclaratif ni pour le travail des étudiants ni pour les pratiques des enseignants, hormis pour l'analyse des documents de cours, nos résultats sont validés par la forte convergence avec les trois travaux de sociologie de l'éducation de Darmon (2013), Rauscher (2010) et Daverne et Dutercq (2013) que nous avons présentés dans le premier chapitre. Nous rappelons que nos outils méthodologiques destinés aux étudiants (questionnaires, entretiens, échanges par mail) ont été élaborés avant que nous ne prenions connaissance de ces trois travaux. Il en est de même pour le recueil des données provenant des étudiants qui a entièrement été réalisé avant la lecture des trois œuvres, voire même avant la parution de l'ouvrage de Darmon. Seuls les questionnaires destinés aux professeurs, élaborés et utilisés dans la phase finale de notre recherche, s'appuient sur les recherches de Darmon et Rauscher. Or, à travers notre analyse de l'ensemble des données nous parvenant des étudiants, nous avons mis en évidence de nombreux rapprochements avec les résultats de Darmon et de Rauscher concernant le fonctionnement de l'institution CPGE, les dispositifs d'encadrement de l'étude et l'implication des professeurs, le travail des étudiants et les relations sociales caractéristiques de cette institution. Ces éléments permettent de valider nos propres résultats. Par ailleurs, notre recherche ignorait celle de Daverne et Dutercq jusque l'achèvement de la collecte de toutes les données et le début de la phase finale de rédaction des analyses. Celles-ci ont donc été réalisées dans un premier temps de manière totalement indépendante. Ainsi, les convergences avec cette recherche qui apparaissent dans notre texte, concernant le mode de travail des bons étudiants et les pratiques des

enseignants, peuvent vraiment être considérées comme étant non influencées par une quelconque connaissance préalable des résultats de Daverne et Dutercq.

En guise de conclusion, nous pouvons affirmer que la convergence entre ces trois recherches parallèles et la notre permet de renforcer la valeur scientifique de nos résultats. Nous précisons que la spécificité de notre travail réside dans le fait que nous nous sommes centrées sur les mathématiques, en prenant en compte ce qui est spécifique de la discipline à un niveau surtout générique. Ainsi, sans trop prendre en compte les contenus mathématiques, nous nous sommes attardées sur ce qu'est faire des mathématiques par comparaison et opposition avec d'autres disciplines étudiées en CPGE.

BIBLIOGRAPHIE

ADANGNIKOU, N. (2007). *Une évaluation de l'efficacité de l'enseignement supérieur français : le cas des classes préparatoires scientifiques* (Thèse de doctorat). Disponible sur <https://halshs.archives-ouvertes.fr/tel-00250430/document>

ALAVA, S., & ROMAINVILLE, M. (2001). Les étudiants et les pratiques d'étude, entre socialisation et cognition. *Revue Française de Pédagogie*, 136, 159-180.

ALTET, M., FABRE, M., & RAYOU, P. (2000) *Hétérogénéité et réussite dans le premier cycle universitaire*. Centre de Recherches en Education Nantes. Disponible sur http://www.crame.u-bordeaux2.fr/pdf/Rapport_Nantes.pdf

ARAYA-CHACON, A. (2008). *La gestion de la mémoire didactique par le professeur dans l'enseignement secondaire des mathématiques : étude du micro-cadre institutionnel en France et au Costa Rica*. Disponible sur http://thesesups.ups-tlse.fr/187/1/Araya-Chacon_Andrea-Maria.pdf

BARRERE, A. (1997). *Les lycéens au travail*. Paris : PUF.

BARRERE, A. (1998). Les forçats de l'école. *Spirale*, 22, 105-113.

BENGMARK, S., STADLER, E., THUNBERG, H., & WINBERG, M. (2013, February), Differences between beginners' and experienced students' approaches to learning mathematics at the university. Papier présenté au Eighth Congress of European Research in Mathematics Education. Disponible sur http://www.cerme8.metu.edu.tr/wgpapers/WG14/WG14_Stadler.pdf

BOYER, R., & CORIDIAN, C. (2002). Réapprendre à apprendre pour réussir en première année de D.E.U.G. *L'orientation scolaire et professionnelle*, 31/3, 1-17.

CASTELA, C. (2000). Un objet de savoir spécifique en jeu dans la résolution de problèmes: le fonctionnement mathématique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 20(3), 331-380.

CASTELA, C. (2002), *Les objets du travail personnel en mathématiques des étudiants dans l'enseignement supérieur : comparaison de deux institutions, Université et Classes préparatoires aux Grandes Ecoles*. Cahier de Didirem n°40. Paris : IREM Paris 7.

CASTELA, C. (2004), Institutions influencing mathematics students' private work: a factor of academic achievement. *Educational Studies in Mathematics*, 57, 33-63.

CASTELA, C. (2007a), Les gestes d'étude en mathématiques d'élèves de Première Scientifique. In G.Gueudet & Y.Matheron (Eds) *Actes du Séminaire national de Didactique des mathématiques, Année 2006*, (33-77). Paris : IREM Paris 7.

CASTELA, C. (2007b) Travail de la question des enjeux ignorés d'apprentissage avec les outils de la théorie anthropologique, Curriculum et chronogenèse praxique. In L. Ruiz-Higueras et Al. (Eds.), *Sociedad, escuela y matemáticas. Aportaciones de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD)* (117-138). Jaén : publicaciones de la Universidad de Jaén.

CASTELA, C. (2007c). Les ressources autodidactes en mathématiques de très bons élèves de classes scientifiques. In M.C. Penloup (Ed.), *Les connaissances ignorées. Approche pluridisciplinaire de ce que savent les élèves* (173-202). Paris : INRP.

CASTELA, C. (2008a). Travailler avec, travailler sur la notion de praxéologie mathématique pour décrire les besoins d'apprentissage ignorés par les institutions d'enseignement. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 28(2), 135-182.

CASTELA, C. (2008b). Approche didactique des processus différenciateurs dans l'enseignement des mathématiques : l'exemple des apprentissages relatifs à la résolution de problèmes. In A. Rouchier & I. Bloch (Eds), *Perspectives en didactique des mathématiques. Cours à la 13ème école d'été de Didactique des mathématiques* (89-114). Grenoble : La Pensée Sauvage.

CASTELA, C. (2009). An anthropological approach to a transitional issue: Analysis of the autonomy required from mathematics students in the French lycée. *NOMAD (Nordisk Matematikk Didaktikk)*, 14(2), 5-27.

CASTELA, C. (2011). *Des mathématiques à leurs utilisations, contribution à l'étude de la productivité praxéologique des institutions et de leurs sujets / Le travail personnel au cœur du développement praxéologique des élèves en tant qu'utilisateurs de mathématiques*. Note de synthèse présentée en vue de l'Habilitation à Diriger des Recherches, Université Paris Diderot. Paris : Irem 7.

CASTELA, C. (2015), When Praxeologies move from an Institution to Another one: the Transpositive Effects. In D. Huillet (Ed.), *Mathematics, Science and Technology Education for Empowerment and Equity*, 23rd Annual meeting of the Southern African Association for Research in Mathematics, Science and Technology Education (6-19). Maputo (Mozambique) : Pedagogical University and Eduardo Mondlane University.

CHEVALLARD, Y. (1997). Familière et problématique, la figure du professeur. *Recherches en didactique des mathématiques*, 17(2), 17-54.

CHEVALLARD, Y. (1999) L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19(2), 221-266

CHEVALLARD, Y. (1988). The student-learner gap. In A. Vermandel (Ed.), *Proceedings of the Third International Conference* (1-6). Université d'Anvers.

CHEVALLARD, Y. (2002). Organiser l'étude. 1. structures & fonctions. *Cours donné à la XI^e école d'été de didactique des mathématiques* (3-21). Grenoble : La Pensée Sauvage.

CHEVALLARD, Y. (2003). Approche anthropologique du rapport au savoir et didactique des mathématiques. In S. Maury S. & M. Caillot (Eds), *Rapport au savoir et didactiques* (81-104). Paris : Éditions Fabert.

DARMON, M. (2013). *Classes Préparatoires. La fabrique d'une jeunesse dominante*. Paris : La Découverte.

DAVERNE, C., & DUTERCQ, Y. (2013). *Les bons élèves, expériences et cadres de formation*. Paris : PUF.

ERDOGAN, A. (2006). *Le diagnostic de l'aide à l'étude en mathématiques : analyse didactique des difficultés relatives à l'algèbre et aux fonctions en Seconde* (Thèse de doctorat). Disponible sur <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00261943/>

ERDOGAN, A. (2007). L'étude autonome des élèves en mathématiques : l'organisation d'un diagnostic. In L. Ruiz-Higueras & Al. (Éds), *Sociedad, escuela y matemáticas. Aportaciones de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD)* (319-337). Jaén : publicaciones de la Universidad de Jaén.

ERDOGAN, A. (2014). Conditions épistémologiques de l'étude des fonctions et de l'algèbre par les élèves de seconde, en France. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 34(2-3), 239-284.

FELIX, C. (2002a). *Une analyse comparative des gestes de l'étude personnelle : le cas des mathématiques et de l'histoire* (Thèse de doctorat). Disponible sur <http://christine.felix.free.fr/>

FELIX, C. (2002b). L'étude à la maison : un système didactique auxiliaire. *Revue des sciences de l'éducation*, 28(3), 483-505.

FELIX, C. (2004). Les gestes de l'étude personnelle chez les collégiens : Une perspective comparatiste, *Spirale*, 33, 89-100.

FELIX, C., & JOHSUA, S. (2002). Le travail des élèves à la maison : une analyse didactique en termes de milieu pour l'étude. *Revue française de pédagogie*, 141, 89-97.

GENESTOUX-ESMÉNJAUD, F. (2000). *Le fonctionnement didactique du milieu culturel et familial dans la régulation des apprentissages scolaires en mathématiques* (Thèse de doctorat). Disponible sur <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00697666/>

GRENIER-BOLEY, N. (2014). Some issues about the introduction of first concepts in linear algebra during tutorial sessions at the beginning of university. *Educational Studies in Mathematics*, 87(3), 439-461.

GROUX, D. (2013). *Fabrique de la recherche en éducation : À l'usage des étudiants de master et doctorat*. Paris : L'Harmattan.

GUEUDET, G., & M-P., LEBAUD (2008). Quelle évaluation à l'université en mathématiques ? *Communication au Colloque Questions de pédagogie dans l'Enseignement Supérieur*. Brest. Disponible sur <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00460363/document>

KAKPO, S., & RAYOU, P. (2010). Contrats didactiques et contrats sociaux du travail hors la classe. *Éducation et didactique*, 4(2), 41-55.

LATTUATI, M., PENNICKX, J. & ROBERT, A. (2012). *Une caméra au fond de la classe de mathématiques , (se) former au métier d'enseignant du secondaire à partir d'analyses de vidéos*. Besançon : Presses universitaires de Franche-Comté.

MARIO, R. (2012). *Conversion et influence des assujettissements au milieu scolaire dans l'étude autonome des mathématiques : comment les très bons élèves de lycée étudient les mathématiques après la classe. Observation anthropologique et suivi biographique de quelques cas exemplaires* (Thèse de doctorat). Disponible sur <http://www.theses.fr/2012AIXM3001>

MATHERON, Y. (2010). *Mémoire et étude des mathématiques. Une approche didactique à caractère anthropologique*. Rennes : Presses Universitaires de Rennes.

MERCIER, A. (1995). La biographie didactique d'un élève et les contraintes temporelles de l'enseignement. *Recherches en didactique des Mathématiques*, 15(1), 97-142.

MICHAUT, C. (2013). *Le travail personnel des lycéens*. Notes du CREN #15. Disponible sur <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01082849/>

MILLET, M. (1999a). Deux figures de la « copie » étudiante : notes de lecture chez les apprentis sociologues et notes de cours chez les apprentis médecins. In C. Barré de (Ed.), *Copie et modèle : usages, transmission, appropriation de l'écrit* (177-194). Paris : INRP.

MILLET, M. (1999b). Economie des savoirs et pratiques de lectures : l'analyse des formes du travail intellectuel étudiant en médecine et en sociologie. *Education et sociétés*, 4, 57-74.

MILLET, M. (2000). *Les étudiants de médecine et de sociologie à l'étude. Matrices disciplinaires, nature des savoirs, et pratiques intellectuelles : une analyse sociologique comparée des logiques sociales et cognitives du travail étudiant* (Thèse de doctorat). Université Lumière - Lyon 2 Disponible sur <http://theses.univ-lyon2.fr/documents/lyon2/2000/mmillet#p=0&a=top>

MILLET, M. (2003), *Les étudiants et le travail universitaire*. Lyon : Presses universitaires de Lyon.

MILLET, M. (2010). La socialisation universitaire des cultures étudiantes par les matrices disciplinaires. In Y. Neyrat (Eds), *Les cultures étudiantes. Socio-anthropologie de l'univers étudiant* (13-26), Paris : l'Harmattan.

MONFORT, V. (2000) Norme de travail et réussite scolaire chez les étudiants de première année de sciences. *Sociétés contemporaines*, 40, 57-76.

NAJAR, R. (2010). *Effets des choix institutionnels d'enseignement sur les possibilités d'apprentissage des étudiants. Cas des notions ensemblistes fonctionnelles dans la transition Secondaire/Supérieur* (Thèse de doctorat). Disponible sur <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00564191>

PEPIN, B., & SIKKO, S.A. (2013). *Students' perceptions of how they learn best in higher education mathematics courses*. Papier présenté au Eighth Congress of European Research in Mathematics Education. Disponible sur http://cerme8.metu.edu.tr/wgpapers/WG14/WG14_Sikko.pdf

RAUSCHER, J-B. 2010 (Thèse), *Les professeurs des classes préparatoires aux grandes écoles* (Thèse de doctorat, Institut d'études politiques, France).

RAYOU, P. (2001). Introduction : entrer, étudier, réussir à l'université. *Revue française de pédagogie*, 136, pp. 5-7.

RAYOU, P. (2004 a). Des étudiants en quête de certitude. In E. Annoot & M-F. Fave-Bonnet (Eds), *Pratiques pédagogiques dans l'enseignement supérieur. Enseigner, apprendre, évaluer* (167-182). Paris : L'Harmattan.

RAYOU, P. (2004b). Travailler à l'école, au lycée, à l'université. *Spirale*, 33, 139-15.

ROBERT, A. (2008). Problématique et méthodologie commune aux analyses des activités mathématiques des élèves en classe et des pratiques des enseignants de mathématiques, in F. VANDEBROUCK (Ed.), *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* (31-59). Toulouse : Octarès.

ROBERT, A., & ROBINET, J. (1993). *Prise en compte du méta en didactique des mathématiques*. Cahier de DIDIREM n°21. Paris : IREM Paris 7.

ROBERT A., & VANDEBROUCK, F. (2014). Proximités-en-acte mises en jeu en classe par les enseignants du secondaire et ZPD des élèves : analyse de séances sur des tâches complexes. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 34(2-3), 239-284.

SILVY C. (2010), *Étude à l'aide de la notion de « site mathématique local d'une question » des effets possibles d'une innovation : les restitutions organisées de connaissances dans l'épreuve de mathématiques du baccalauréat S* (Thèse de doctorat). Disponible sur <https://halshs.archives-ouvertes.fr/tel-00533479/>

VAN DER MAREN, J.M. (2004). *Méthodes de recherche pour l'éducation* (2ème édition). Bruxelles : De Boeck Université.

VANDEBROUCK, F. (2008). *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants*. Toulouse : Octarès.

TITRE :

Étude et mise à l'étude des mathématiques en classes préparatoires économiques et commerciales : point de vue des étudiants, point de vue des professeurs

AUTEUR :

Farah Lynn

RESUME :

Cette thèse porte sur le travail personnel en mathématiques des étudiants des classes préparatoires aux écoles de commerce (CPGE). Nous avons cherché à explorer les liens entre l'organisation institutionnelle de l'étude en classes préparatoires et l'organisation personnelle afin de cerner en quoi ces institutions assurent concrètement l'étayage des étudiants. La première préoccupation de cette thèse fut de s'interroger sur l'évolution des divers aspects du travail personnel des étudiants au cours de la première année de CPGE. Nous nous sommes ensuite penchées sur les facteurs qui contribuent à cette évolution. Afin de répondre à ce questionnement, nous nous sommes attardées sur le fonctionnement de l'institution, d'abord au niveau macro de l'institution globale des classes préparatoires filière économique et commerciale (EC) et ensuite au niveau plus local de la classe de chaque professeur, en recherchant comment l'institution détermine et transforme les façons de travailler des ses étudiants. Nous nous sommes alors intéressées aux dispositifs institutionnels mis en place par les professeurs, en comparant ceux de deux voies de la filière EC, ainsi qu'aux relations sociales qui se développent entre étudiants et entre étudiants et professeurs. Enfin, nous avons cherché à repérer s'il existe des modalités du travail plus spécifiques des étudiants en réussite et à identifier ce qui les favorise, aux niveaux institutionnel et relationnel. Nous avons eu recours à différentes méthodes de collectes de données, croisant des méthodes qualitatives et quantitatives, afin de mieux cerner les différentes questions de recherches qui nous préoccupaient, dont principalement des questionnaires étudiants type pré/post et des entretiens avec des professeurs et étudiants.

MOTS- CLES :

travail personnel ; mathématiques ; enseignement supérieur ; classes préparatoires aux écoles de commerce (CPGE) ; institution ; évolution ; dispositifs d'étude ; relations sociales.

Éditeur: IREM de Paris

Responsable de la publication: F. Vandebrouck

IREM de Paris 7 – Case 7018

Université Paris Diderot

75205 Paris cedex 13

Dépôt légal : 2015

ISBN : 978-2-86612-369-7